

VŠB- Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavebná

Katedra dopravného staviteľstva

Prestavba križovatky ciest 487 a E442 v Makove

Reconstruction of Intersection Roads 487 and E442 in Makov

Študent:

Gabriela Sojková

Vedúci bakalárskej práce:

doc. Ing Ivana Mahdalová, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

Zadání bakalářské práce

Student: **Gabriela Sojková**
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby
Téma: **Přestavba křižovatky silnic 487 a E442 v Makově**
Reconstruction of Intersection Roads 487 and E442 in Makov

Jazyk vypracování: slovenština

Zásady pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce je vypracování návrhu přestavby stávající křižovatky silnic 487 a E442 v Makově (Slovenská republika). Stávající styková křižovatka má nevyhovující uspořádání umožňující rychlý průjezd těžké nákladní dopravy po mezinárodní silnici E442. Cílem je prověřit možnost vybudování okružní křižovatky za účelem zklidnění dopravy a zvýšení bezpečnosti v dané lokalitě. Studentka vypracuje návrh variant řešení a provede výběr nejvhodnější varianty. Výsledný návrh dopracuje na úroveň odpovídající technické studii. Dále provede kapacitní posouzení navržené okružní křižovatky i stávající neřízené křižovatky a posoudí, zda by vybudování okružní křižovatky nezhoršilo plynulost dopravy v dané lokalitě. Vzhledem k lokalizaci křižovatky budou pro řešení použity přednostně slovenské technické předpisy a přiměřeně též české technické předpisy.

Seznam doporučené odborné literatury:

České technické normy:

ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací

České resortní předpisy:

TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích
TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích
TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek
TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích
TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek

Slovenské technické normy:

STN 73 6101 Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6102 Projektovanie križovatiek na pozemných komunikáciách
STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií

Slovenské resortní předpisy:

TP 007 Projektovanie okružných križovatiek na cestných a miestnych komunikáciách (TP 04/2004)
TP 012 Použitie zvislých a vodorovných dopravných značiek na pozemných komunikáciách (TP 04/2005)
TP 048 Navrhovanie debarierizačných opatrení pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie na pozemných komunikáciách (TP 10/2011)

TP 070 Prognózovanie výhľadových intenzít na cestnej sieti do roku 2040 (TP 07/2013)
TP 102 Výpočet kapacít pozemných komunikácií (TP 16/2015)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 02.05.2017



Ing. Ivan Fencel, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie študenta

Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu vrátane príloh vypracovala samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a uviedla som všetky použité podklady a literatúru

V Ostrave dňa 2.5.2017


.....
podpis študenta

Prehlasujem, že

- bola som oboznámená s tým, že na moju bakalársku prácu sa úplne vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, najmä § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo
- beriem na vedomie, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (ďalej iba VŠB-TUO) má právo nezárobkovo k svojej vnútornej potrebe bakalársku prácu použiť (§ 35 odst. 3).
- súhlasím s tým, že jeden výtlačok bakalárskej práce bude uložený v Ústrednej knižnici VŠB-TUO k prezenčnému nahliadnutiu. Súhlasím s tým, že údaje o bakalárskej práci budú zverejnené v informačnom systéme VŠB-TUO.
- bolo dojednané, že s VŠB- TUO, v prípade záujmu z jej strany, uzavriem licenčnú zmluvu s oprávnením použiť dielo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bolo dojednané, že použiť svoje dielo – bakalársku prácu alebo poskytnúť licenciu k inému využitiu môžu len so súhlasom VŠB- TUO, ktorá je oprávnená v takomto prípade od mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli VŠB- TUO na vytvorenie diela vynaložené (až do ich skutočnej výšky).
- beriem na vedomie, že odovzdaním svojej práce súhlasím so zverejnením svojej práce podľa zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

V Ostrave 2.5.2017


.....
podpis študenta

Anotácia:

Táto bakalárska práca je zameraná na vypracovanie návrhu prestavby stávajúcej stykovej križovatky ciest 487 a E442 v Makove. Hlavným dôvodom je nevyhovujúce usporiadanie, ktoré umožňuje rýchly prejazd ťažkej nákladnej dopravy po medzinárodnej ceste E442. Cieľom práce je návrh okružnej križovatky na upokojenie dopravy a zvýšenie bezpečnosti v danom mieste. Obsahuje výsledky vlastného dopravného prieskumu a analýzu intenzity dopravy. Boli vypracované dva návrhy variant riešenia prestavby križovatky na úroveň zodpovedajúcim požiadavkám štúdie. Každá z varianta obsahuje návrh vo forme technických výkresov. V záverečnej časti je vykonané porovnanie jednotlivých variant a výber najvhodnejšie z nich.

Kľúčové slová

Makov, okružná križovatka, dopravným prieskum, ťažká nákladná doprava, bezpečnosť, rekonštrukcia.

Annotation:

This bachelor thesis is focused on the elaboration of the reconstruction design of the existing intersection of roads 487 and E442 in Makov. Among the main reasons for the reconstruction is the unsatisfactory layout which allows quick transit of heavy freight traffic via the international road E442. The aim of this thesis is the design of a roundabout for satisfying the traffic and increasing the safety in the stated area. The thesis contains the results of our own traffic survey and the analysis of traffic intensity. Two versions of designs for the solution of the reconstruction of the intersection were drawn up so as to match the level corresponding the requirements of the study. Each version contains a design in the form of technical drawings. In the final part of the thesis there is a comparison of each of the individual versions carried out and also the selection of the most suitable one.

Key words

Makov, roundabout, traffic survey, heavy freight traffic, safety, reconstruction

Obsah

Zoznam použitých skratiek a symbolov	9
1 Úvod	10
2 Analytická časť	11
3 Širšie dopravné vzťahy	12
4 Popis stávajúcej križovatky	13
4.1 Stav vozovky a chodníkov	13
4.2 Dopravné značenie	13
4.2.1 Vodorovné dopravné značenie.....	14
4.2.2 Zvislé dopravné značenie.....	15
4.3 Problematika križovatky	16
5 Dopravný prieskum	18
5.1 Označenie ramien.....	18
5.2 Spracovanie výsledkov dopravného prieskumu	19
5.3 Určenie špičkovej hodiny.....	20
5.4 Prepočet vozidiel.....	21
6 Posúdenie kapacity neriadenej stykovej križovatky – súčasný stav.....	23
6.1 Definovanie stupňov dopravných prúdov	24
6.2 Intenzita dopravy.....	25
6.3 Rozhodujúca intenzita.....	25
6.4 Kritický časový odstup.....	26
6.5 Priemerný následný časový odstup	27
6.6 Základná kapacita.....	28
6.7 Kapacita.....	29
6.8 Rezerva kapacity	31

6.9	Priemerný čas čakania.....	32
6.10	Posúdenie dĺžky kolóny	34
7	Prognózovanie výhľadových intenzít	37
7.1	Kapacitné posúdenie Varianty I. – Okružná križovatka pre rok 2040	39
8	Návrhové riešenie križovatky	40
8.1	Varianta 1 – Okružná križovatka	41
8.2	Varianta II- Okružná križovatka so spojovacou vetvou (By-pass)	45
9	Vyhodnotenie najlepšej varianty	49
9.1	Spracovanie doporučenej varianty	50
9.2	Návrh skladby vozovky.....	50
9.3	Návrh skladby chodníka.....	50
10	Záver	52

Zoznam použitých skratiek a symbolov

TP	technické podmienky
STN	slovenská technická norma
ČSN	česká technická norma
HK	hlavná komunikácia
VK	vedľajšia komunikácia
OK	okružná križovatka
M	motocykle
OA	osobné automobily
NA	nákladné automobily
TNA	ťažké nákladné automobily
°C	stupeň celzia
ORPZ Čadca	okresné riaditeľstvo policajného zboru Čadca
SSZ	svetelné signalizačné znamenie
M_i	intenzita dopravy [voz/h]
q_p	rozhodujúca intenzita hlavného dopravného prúdu [voz./h]
t_g	kritický časový odstup [s]
t_f	priemerný následný časový odstup [s]
G_i	základná kapacita jazdného prúdu [j.v./h]
C_i	kapacita dopravných prúdov [j.v./h.]
$P_{0,07}$	pravdepodobnosť, že sa nevytvorí kolóna v nadriadenom dopravnom prúde [-]
g_i	stupeň saturácie [-]
VÚC	veľký územný celok

1 Úvod

Čoraz častejšie sa stretávame s dopravnými problémami v mestách a obciach. Ich príčinou je zvýšenie nárastu automobilovej dopravy na cestách, a tým sa znižuje bezpečnosť. Tieto dôvody sú hlavnou príčinou na zmeny v prestavbách križovatiek. Aby sme docielili plynulý prechod a upokojenie automobilovej dopravy musíme v daných lokalitách zmeniť usporiadanie križovatky. Danou úpravou docielime aj zníženie rýchlosti v mestách a obciach.

Témou mojej bakalárskej práce je prestavba stávajúcej križovatky ciest II/487 a E442 v Makove. Hlavným problémom je rýchly prejazd ťažkej nákladnej dopravy po medzinárodnej ceste E442. Na danej stykovej križovatke je nevyhovujúce usporiadanie a to umožňuje nedodržanie predpísanej rýchlosti.

Prvá časť práce je zameraná na stávajúci stav stykovej križovatky. Popisujú sa širšie vzťahy a problematiku v danej lokalite. Nasledovne bol vypracovaný vlastný dopravný prieskum, ktorý sa uskutočnil vo štvrtok 3.11.2016, kde je vypočítaná denná intenzita dopravy a výhľadová intenzita na rok 2040.

V druhá časť bola zameraná na návrhy úpravy stykovej križovatky. Boli navrhnuté dve varianty úpravy stykovej križovatky na okružné križovatky. Tieto dve varianty boli overené vlečnými krivkami, či daná križovatka vyhovuje prejazdu ťažkej nákladnej dopravy.

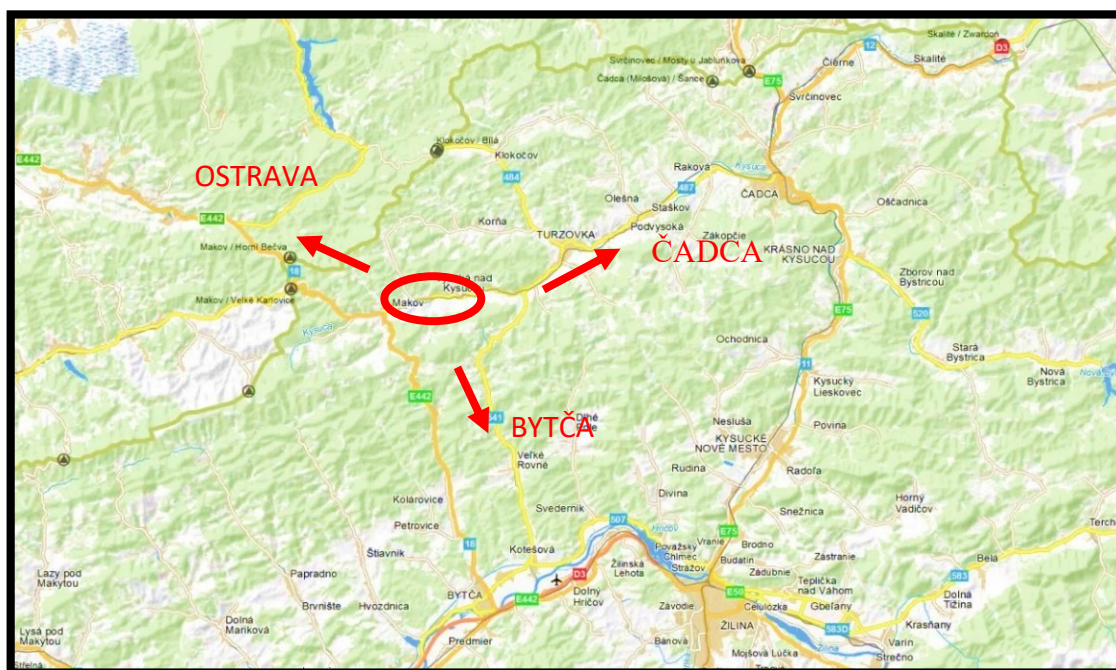
V závere tieto varianty boli porovnané a vyhodnotené pomocou stanovených kritérií a vybraná varianta bola doporučená k rekonštrukcii stávajúceho stavu.

2 Analytická časť

V tejto časti bakalárskej práce sa zaoberalo obcou Makov, popisom územia, v ktorom sa riešená križovatka nachádza, jej poloha a širšie dopravné vzťahy, z ktorých sa skladá.

Katastrálne územie obce Makov patrí do dvoch orografických celkov a to Javorníky a Turzovská vrchovina. Podhorská obec leží na severe Slovenska v oblasti s názvom Kysuce, ktoré sú označované ako CHKO (chránená krajina oblasť). Pomenovanie danej oblasti získalo podľa rieky, ktorá preteká aj danou obcou. Makov sa nachádza juhozápadne od centra okresu Čadca. V danej časti je nadmorská výška 583 m n.m. Počet obyvateľov je 1 847, ale s rastúcou návštevnosťou sa obec zviditeľňuje nielen na Slovensku, ale aj v susedných krajinách. Prekvitá svojou kultúrnou, ale aj turistickou rozmanitosťou.

Obec vznikla spojením častí siedmich dedín v roku 1895. Na prelome 17. a 18. storočia sa začala formovať osada Vízoka-Makov, prvýkrát datovaná v roku 1720. V obci sa nachádza rímskokatolícky kostol sv. Petra a Pavla z roku 1803. Obec je rozdelená na štyri časti a podľa toho má aj obec erb na ktorom je zobrazený zlatý brest so štyrmi koreňmi, kde korene predstavujú časti Makova: Čierne, Potok, Kopanice, Trojačka. [1]



Obrázok 1 - Poloha záujmovej časti [2]

3 Širšie dopravné vzťahy

Obcou prechádza Európska cesta E442 v trase I/ 18, na ktorú sa v obci pripojuje cesta II/ 487 z Čadce. Doprava je hlavne zaťažovaná veľkou nákladnou dopravou, ktorá prechádza po Európskej ceste E442 smerom zo Žiliny do Českej republiky. Komunikácia je využívaná pre osobnú i veľkú nákladnú dopravu, pre pravidelné cesty v pracovné dni i víkendové cesty. Celý týždeň je rovnomerná prevádzka.

Cesty prechádzajú priamo cez centrum obce Makov. Dochádza tam ku kríženiu dvoch významných ciest. Hlavnú komunikačnú sieť tvoria cesty E442 a II/487, pretože príjazd do danej obce je možné iba na týchto komunikáciách.

Vedľajšia komunikácia II/ 487 tvorí východným smerom spoj s okresným mestom Čadca vzdialeného necelých 30km od obce. Hlavná komunikácia E442 spája smerom na juh mesto Žilina s hranicami susedného štátu Českej republiky, kde ďalej pokračuje smerom na Olomouc. Zreteľne je poznať, že hlavná komunikácia E442 je rozmerovo dlhšia ako vedľajšia komunikácia II/ 487.



Obrázok 2 – Širšie dopravné vzťahy [3]

4 Popis stávajúcej križovatky

V tejto kapitole sa podrobnejšie bolo zapodievané stavu stávajúcej križovatky. Hlavným dôvodom bolo dopravné značenie, stav vozovky, chodníkov a problematika križovatky.

Riešená križovatka sa nachádza v intraviláne obce Makov. Ide o stykovú úrovňovú križovatku. Hlavná cesta E442 je dvojpruhová, smerovo nerozdelená.

4.1 Stav vozovky a chodníkov

V priestore križovatky je asfaltový kryt vozovky pomerne v zachovalom stave. Avšak na niektorých miestach je viditeľné prehĺbenie z dôvodu prejazdu ťažkej nákladnej dopravy. V prípade rekonštrukcie križovatky bude nutné vykonanie výmena krytu vozovky.

Popri vedľajšie komunikácie, ktorá sa pripája na hlavnú komunikáciu nie je vytvorený chodník. V tomto mieste sa zdržiavajú chodci, pretože sa premiestňujú z autobusovej zastávky na vlakovú dopravu.



Obrázok 3 – Nutné vytvorenie chodníka pre chodcov

4.2 Dopravné značenie

Styková križovatka je opatrená vodorovným aj zvislým dopravným značením.

4.2.1 Vodorovné dopravné značenie

Na križovatke za posledné roky prebehla rekonštrukcia vodorovného dopravného značenia, ale s rastúcou ťažkou nákladnou dopravou bolo toto značenie znehodnotené. Brzdením a nasledovné rozbiehanie sa na križovatke spôsobilo postupné vymazanie vodorovného značenia.

Bolo nutné čerpať zo starších zápisov a mapových záznamov, kde boli vyznačené vodorovné dopravné značenia. Dva protismerné pruhy boli rozdelené pozdĺžnou súvislou čiarou. Pri prechádzaní z hlavnej komunikácie na vedľajšiu komunikáciu bola vyznačená súvislá prerušovaná čiara. Vodiaca čiara nebola viditeľná.

Priechod pre chodcov je taktiež znehodnotený vďaka brzdiacim ťažkým vozidlám, ale aj osobným automobilom.



Obrázok 4 – Vodorovné dopravné značenie smer z Českej republiky



Obrázok 5 – Vodorovné dopravné značenie smer z Čadce



Obrázok 6 – Priechod pre chodcov

4.2.2 Zvislé dopravné značenie

Pri príjazde z vedľajšej komunikácie je cesta II/487 opatrená značkou č. P 1 „Daj prednosť v jazde!“ s dodatkovou tabuľou č. E 2b znázorňujúcou geometrický tvar križovatky. V pruhu pri odbočovaní z vedľajšej cesty na vedľajšiu komunikáciu smer Žilina je osadená zvislá značka č. P 1 „Daj prednosť v jazde!“. Na hlavnej komunikácii na ceste I/10 je na oboch vetvách umiestená značka č. P 8 „Hlavná cesta“ s dodatkovou tabuľou určujúcou tvar križovatky.

Značka č. IP 6 „Prieťah pre chodcov“ je osadená pred vodorovným značením prieťochu pre chodcov mimo komunikácie.



Obrázok 7 – Príklad osadenia ZDZ

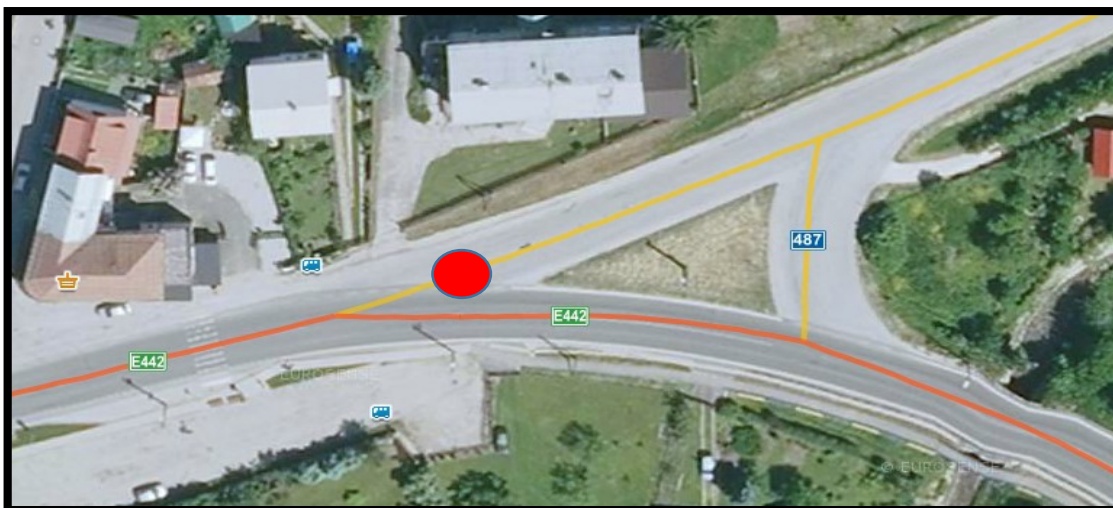
4.3 Problematika križovatky

Medzi hlavné dôvody problematiky stykovej križovatky je prejazd ťažkej nákladnej dopravy, ale aj zastavovanie vozidiel v mieste križovatky, kde spôsobujú zvýšené riziko tvorby dopravných nehôd a zníženú viditeľnosť vodičov.

ORPZ Čadca poskytlo údaje a informácie k dopravnej nehodovosti na danej križovatke. Za posledný rok sa na križovatke stala jedna dopravná nehoda a podrobnosti tejto nehody sú zobrazené v tabuľke 1 a zaznačené miesto, kde bola spôsobená ja zobrazená na obrázku 8.

Tabuľka 1 – Informácie o dopravnej nehode

		Počet DN	Počet usmrtených účastníkov	Počet ťažko zranených účastníkov	Počet ľahko zranených účastníkov	Hmotná škoda v €	Počet DN s vinníkom pozitívnym na alkohol	Počet DN v obci
Spolu		1	0	0	5	4300	0	1
DN - hlavná príčina	nesprávne vchádzanie na cestu	1	0	0	5	4300	0	1



Obrázok 8 – Zobrazenie miesta dopravnej nehody



Obrázok 9 – Zastavovanie osobných vozidiel v mieste križovatky



Obrázok 10 - Odstavené vozidla v mieste nevyhradenom pre parkovanie

5 Dopravný prieskum

Súčasťou bakalárskej práce je vlastne spracovaný dopravný prieskum, ktorý sa uskutočnil na stykovej križovatke ciest E442 a II/ 487 v obci Makov. Môžeme predpokladať, že daný dopravný prieskum nám poskytol adekvátne údaje a podklady pre riešenie a vyhodnotenie inžinierskych dopravných analýz. Dopravný prieskum bol vytvorený ručne do pomocných hárkov.

Meranie prebiehalo v bežný pracovný deň, presnejšie vo štvrtok 3. 11. 2016. Počasie bolo v tento deň oblačné so snehovými prehánkami o teplote -1 °C. Prieskum prebiehal v ranných hodinách od 6:00 do 8:00 a nasledovne aj v poobedňajších hodinách od 14:00 do 16:00. Do sčítacích hárkov, ktoré boli rozdelené jednotlivo po stĺpcoch a to s rozdelením do skupín: motocykle, osobné automobily, nákladné automobily, autobusy, jazdné súpravy a ostatné boli zaznamenávané vozidlá. Pre každý jeden smer boli po 15 minútových intervaloch zaznačované čiarkami do tabuliek počty jednotlivých typov vozidiel.

Dopravný prieskum týkajúci sa intenzity chodcov a cyklistickej dopravy je zanedbávaný, z dôvodu veľmi malého pohybu chodcov a cyklistov. V deň dopravného prieskumu nebol zaznačený žiaden cyklista. Taktiež v danom období dopravného prieskumu nebola vykonávaná žiadna uzávierka ani oprava, nenastala žiadna dopravná nehoda a preto nevedla tým miestom obchádzková trasa.

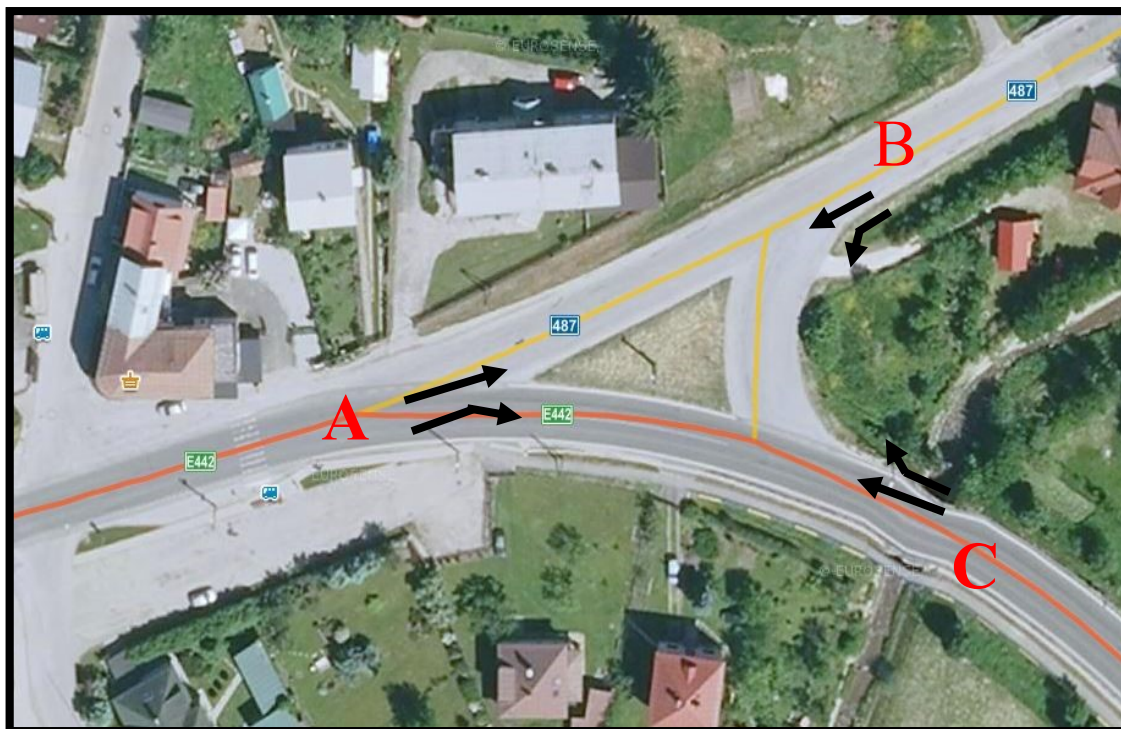
Prieskumu sa zúčastnili dvaja zapisovatelia, ktorý boli podrobne oboznámení s postupom pri zaznačovaní jednotlivých typov vozidiel. Bola vybraná možnosť ručného sčítavania z dôvodu dosiahnutia presnejšieho súčtu a menej nepravdivých výsledkov.

5.1 Označenie ramien

Jednotlivé ramená križovatky boli zreteľné označené pre prehľadnosť na obrázku 11, ktorý určuje širšie dopravné vzťahy a označenie ramien.

Ramená križovatky ciest E442 a II/ 487

- Rameno A- hlavná komunikácia, cesta E442 smer Čadca
- Rameno B- vedľajšia komunikácia, cesta II/ 487 smer Česká republika
- Rameno C- hlavná komunikácia, cesta E442 smer Česká republika



Obrázok 11 – Vetve stykovej križovatky

5.2 Spracovanie výsledkov dopravného prieskumu

Do nasledujúcich tabuliek bolo vypracované sčítanie vozidiel z dopravného prieskumu. Postup pri výpočte dopravného prieskumu bol vyhotovený podľa *TP 102-Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4].

Tabuľka 2 – Sčítanie dopravy

Z ramena	Do ramena	OA	NA	TNA	A	Súčet vozidiel
A	B	91	11	4	2	108
	C	147	50	57	1	255
Σ Vozidiel		238	61	61	3	360
Z ramena	Do ramena	OA	NA	TNA	A	Súčet vozidiel
B	A	71	9	2	2	84
	C	18	6	0	0	24
Σ Vozidiel		89	15	2	2	108
Z ramena	Do ramena	OA	NA	TNA	A	Súčet vozidiel
C	A	139	44	63	0	246
	B	17	7	0	0	24
Σ Vozidiel		156	51	63	0	270

5.3 Určenie špičkovej hodiny

Špičková hodinová intenzita dopravy je maximálna hodnota hodinovej intenzity dopravy na križovatke. Meranie intenzít sa vykonávalo v štvrt' hodinových intervaloch a preto bolo sčítanie po štyroch po sebe idúcich intervaloch. Po sčítaní po sebe nasledujúcich intervaloch sa vytvorila hodinová intenzita. Výsledkom tohto sčítania bolo zistenie, že špičková hodina na križovatke prebehla od 14:30 do 15:30. Daným časovým úsekom prešlo 392 vozidiel. Hodnoty jednotlivých hodinových intenzít sú zobrazené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 – Špičková hodina

Čas		Sčítanie Σ [voz/hod]
Od	Do	
6:00	7:00	250
6:15	7:15	292
6:30	7:30	299
6:45	7:45	319
7:00	8:00	323
14:00	15:00	386
14:15	15:15	379
14:30	15:30	392
14:45	15:45	378
15:00	16:00	355

Najčastejším dopravným prostriedkom na danej križovatke je podľa predpokladu s počtom 266 vozidiel osobný automobil. Druhé najčastejšie vozidlo, ktoré prešlo špičkovou hodinou cez danú križovatku bolo nákladné vozidlo s počtom 65 vozidiel. Rozdiel medzi nákladnými a ťažkými nákladnými automobilmi nebol zreteľný nakoľko ťažkých nákladných automobilov prešlo cez špičkovú hodinu 58 vozidiel, kde pozorujeme minimálny rozdiel.

Nákladné vozidlá a ťažké nákladné vozidlá sú aj hlavnou témou bakalárskej práce, kde zmenou danej križovatky je spomalenie a upokojenie dopravy po ich prejazde cez križovatku. Podrobnosti špičkovej hodiny je znázornené v tabuľke 4.

Tabuľka 4 – Skladba dopravných prúdov

Popis vozidla	z A do B	z A do C	z B do A	z B do C	z C do A	z C do B	Σ
OA	52	75	37	10	84	8	266
NA	3	26	5	1	26	4	65
TNA	2	20	1	-	35	-	58
A	-	1	2	-	-	-	3
Súčet všetkých vozidiel	59	122	45	11	145	12	392

5.4 Prepočet vozidiel

Sledované vozidlá pri intenzite dopravy sú rozdelené do piatich kategórií [4], viz tabuľka 5. Na posúdenie ich funkčnej úrovne, kvality dopravného prúdu treba prepočítať očakávané intenzity dopravy na jednotkové vozidlá. Na ich prepočet sa používajú koeficienty.

Tabuľka 5 – Prepočtové koeficienty [2]

Prepočtový koeficient				
Cyklisti ¹⁾	M	OA	NA	TNA ²⁾
0,5	1,0	1,0	1,5	2,5
¹⁾ cyklisti v zmiešanej doprave jazdného pruhu ²⁾ v špeciálnych prípadoch po zvážení dĺžky súprav sa povoľuje použiť prepočtový koeficient 3 j.v.				

Podľa TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií [4], boli vozidlá prepočítané koeficientami v čase špičkovej hodiny od 14:30-15:30.

- Rameno A smer Česká republika – Čadca
 - $OA = 52 * 1 = 52$
 - $NA = 3 * 1,5 = 4,5$
 - $TNA = 2 * 2,5 = 5$

Celkom 61,5 j.v./h.

- Rameno A smer Česká republika – Žilina (Bytča)
 - $OA = 75 * 1 = 75$
 - $NA = 27 * 1,5 = 39$
 - $TNA = 20 * 2,5 = 50$

Celkom 165,5 j.v./h.

- Rameno B smer Čadca- Česká republika
 - $OA = 37 * 1 = 37$
 - $NA = 7 * 1,5 = 10,5$
 - $TNA = 1 * 2,5 = 2,5$

Celkom 50 j.v./h.

- Rameno B smer Čadca- Bytča
 - $OA = 10 * 1 = 10$
 - $NA = 1 * 1,5 = 1,5$
 - $TNA = 0$

Celkom 11,5 j.v./h.

- Rameno C smer Žilina (Bytča)- Čadca
 - $OA = 8 * 1 = 8$
 - $NA = 4 * 1,5 = 6$
 - $TNA = 0$

Celkom 14 j.v./h.

- Rameno C smer Žilina (Bytča)- Česká republika
 - $OA = 84 * 1 = 84$
 - $NA = 26 * 1,5 = 39$
 - $TNA = 35 * 2,5 = 87,5$

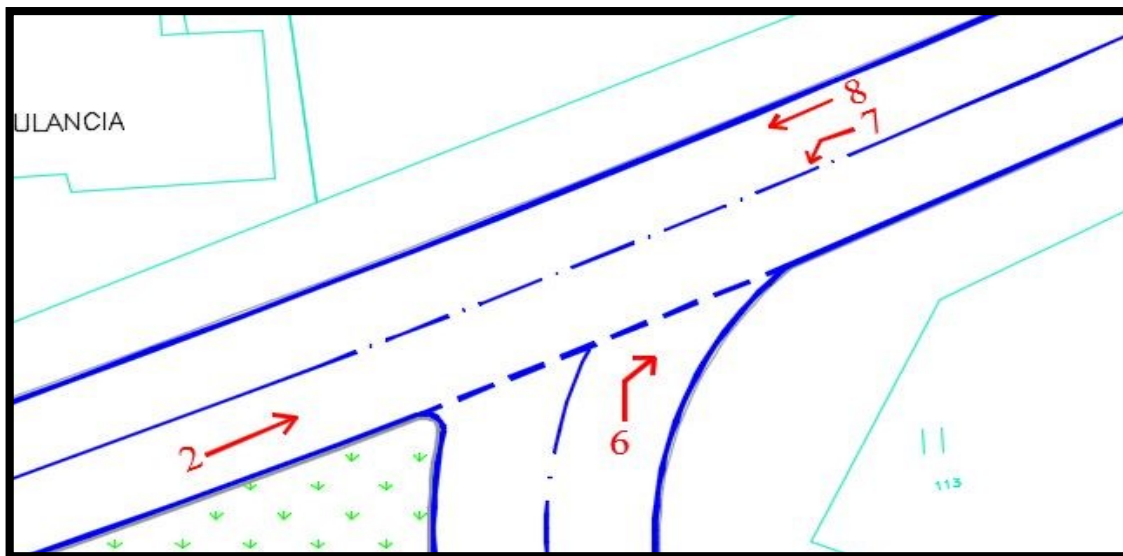
Celkom 210,5 j.v./h.

Celkový počet vozidiel 631 j.v./h.

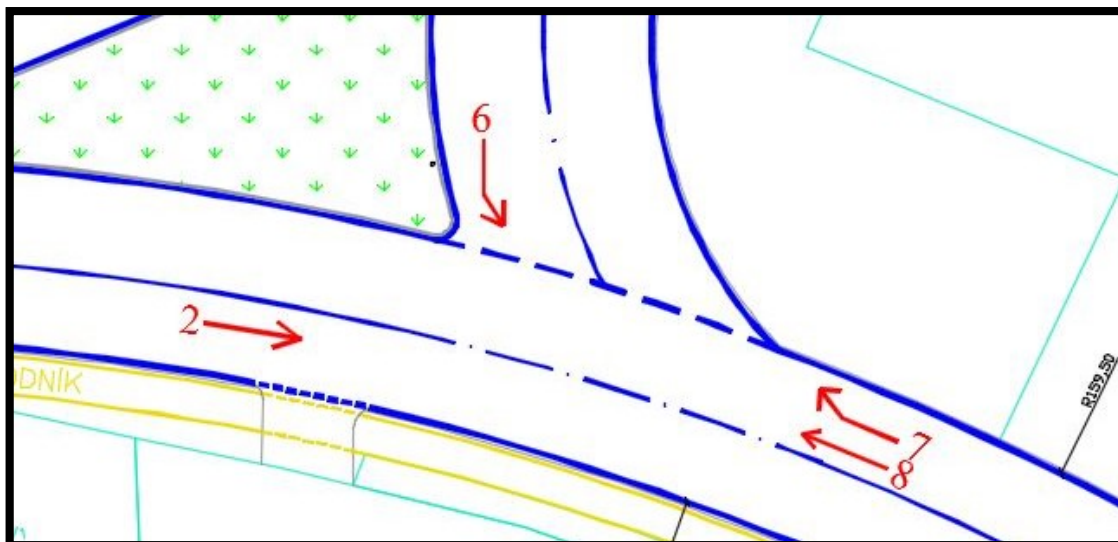
6 Posúdenie kapacity neriadenej stykovej križovatky – súčasný stav

V súčasnosti sa používajú pre výpočet kapacity neriadenej stykovej križovatky technické predpisy *TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4]. Spôsob výpočtu platí pre stykové a priesečné križovatky, kde prednosť je upravená zvislými dopravnými značkami. Metodika v danom technickom predpise nepredpokladá so situáciou zalomenej hlavnej komunikácie na neriadenej stykovej križovatke.

Postup bude obdobný ako pri výpočte neriadenej stykovej križovatky, avšak je nutné posúdiť, či na danej križovatke pri odbočovaní z h.k. na v.k. (smer zo Žiliny do Čadce) a taktiež pri odbočovaní z v.k. na h.k. (smer z Čadce do Žiliny) nevzniknú kolóny. Túto situáciu bolo nutné riešiť tak, že sa v kolíznom mieste vypočítala upravená samostatná križovatka ako je znázornené na obrázkoch 12 a 13. Vo vyznačenom mieste sa spočítala kapacita a výsledkom bolo zistenie, či v danej oblasti vzniknú kolóny.



Obrázok 12 – Kolízne miesto v smere zo Žiliny do Čadce

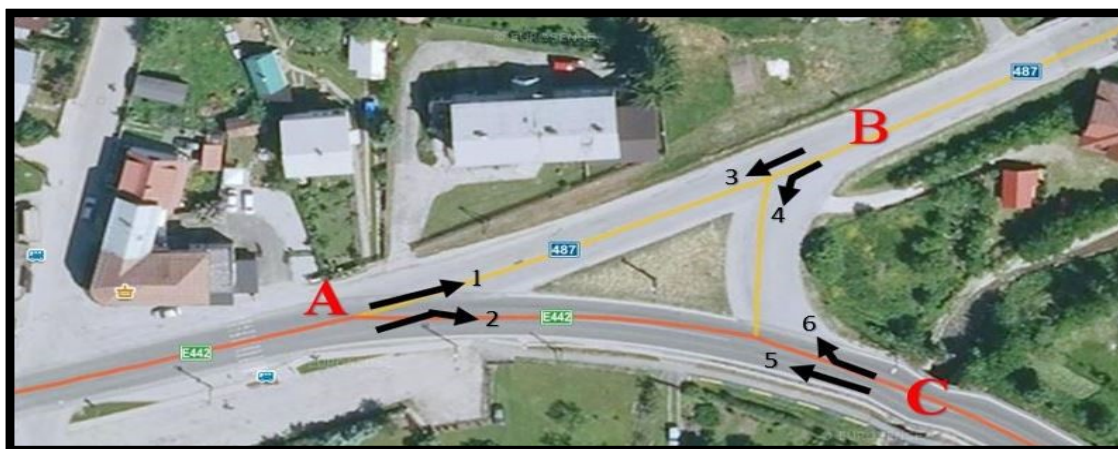


Obrázok 13 – Kolízne miesto v smere z Čadce do Žiliny

6.1 Definovanie stupňov dopravných prúdov

V neriadenej stykovej križovatke sú dopravné prúdy rozdelené do 3 stupňov a to v závislosti od povinnosti dávať prednosť. Vyskytuje sa tu 6 dopravných prúdov a sice č. 2, 3, 4, 6, 7 a 8.

- I. stupeň – nadriadené prúdy – priame smery hlavného smeru (dopravné prúdy č. 2, 3, 8)
- II. stupeň – raz podriadené prúdy – odbočenie vľavo z hlavného prúdu, odbočenie vľavo z vedľajšieho prúdu (dopravné prúdy č. 7, 6)
- III. Stupeň – dva razy podriadeného prúdu – odbočenie vľavo z vedľajšieho prúdu (dopravný prúd č. 4)



Obrázok 14 – Vetve stykovej križovatky a priradenie dopravných prúdov

Podradenosti jednotlivých dopravných prúdov je priradené v tabuľke 4. Grafické znázornenie dopravných prúdov je na obrázku 14.

Tabuľka 6 – Podradenosti dopravných prúdov

Dopravný prúd	
Stupeň	Číslo
I.	2,3,8
II.	7,6
III.	4

6.2 Intenzita dopravy

Počet vozidiel, ktoré prejdú v oboch smeroch za časovú jednotku. Môže byť vyjadrená v skutočných vozidlách alebo aj v jednotkových vozidlách.

Z dopravného prieskumu boli zistené jednotlivé intenzity dopravného prúdu. Jedná sa o intenzity v špičkovej hodine, ktorá plynula od 14:30 do 15:30.

$$M_2 = 122 \text{ [voz/h]}$$

$$M_6 = 45 \text{ [voz/h]}$$

$$M_3 = 12 \text{ [voz/h]}$$

$$M_7 = 57 \text{ [voz/h]}$$

$$M_4 = 11 \text{ [voz/h]}$$

$$M_8 = 145 \text{ [voz/h]}$$

6.3 Rozhodujúca intenzita

Podľa stupňov prednosti v jazde musí dávať prednosť podriadený dopravný prúd prednosť nadriadenému dopravnému prúdu. Intenzita nadriadených dopravných prúdov je závislá na pohybe podriadeného dopravného prúdu, pretože čím je väčšia intenzita, tým je pohyblivosť podriadených dopravných prúdov menšia.

Súčtom všetkých intenzít nadriadených dopravných prúdov, ktorým musí dať prednosť podriadený dopravný pruh je rozhodujúce dopravné zaťaženie podriadeného dopravného prúdu. Rozhodujúce zaťaženie sa neuvažuje so skladbou dopravného prúdu a preto sa pri výpočte vyjadruje počtom vozidiel za hodinu [voz/h].

Avšak podľa *TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4] sa neuvažuje so zalomenou hlavnou pozemnou komunikáciou. Postupovalo sa ako pri výpočte stykovej

križovatky s kolmou hlavnou pozemnou komunikáciou, ale museli sa zohľadniť tvorby kolón pri odbočovaní z hlavnej pozemnej komunikácie vpravo na vedľajšiu, ktorá sa nasledovne pripája na vedľajšiu pozemnú komunikáciu s odbočovaním vľavo (smer zo Žiliny do Čadce). Taktiež v opačnom smere (z Čadce do Žiliny).

Určenie rozhodujúcej intenzity dopravy bolo vykonané podľa tabuľky 7 z TP 102 – *Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4].

Tabuľka 7 – Rozhodujúca intenzita

Vedľajší prúd	Číslo	Rozhodujúca intenzita dopravy hlavného prúdu q_p [voz/h]
Vozidlá odbočujúce vľavo z hlavnej cesty	7	$q_2 + q_3^{3)}$
Vozidlá odbočujúce vpravo z vedľajšej cesty	6	$q_2^{2)}) + 0,5 * q_3^{1)}$
Vozidlá odbočujúce vľavo z vedľajšej cesty	4	$q_2 + 0,5 * q_3^{1)}) + q_8 + q_7$

označenia a čísla sa vzťahujú na dopravné prúdy vozidiel podľa obrázku 7.1
¹⁾ ak má dopravný prúd 3 samostatný jazdný pruh, tak $q_3 = 0$
²⁾ ak má dopravný prúd 2 viac jazdných pruhov, použije sa intenzita dopravy v pravom jazdnom pruhu pre q_3 ; pokiaľ nie sú údaje z dopravného prieskumu, použije sa pre pravý jazdný pruh približná hodnota $q_3 / 2$
³⁾ ak je dopravný prúd vozidiel oddelený trojuholníkovým ostrovčekom s následnou podriadenosťou v prednosti v jazde, $q_3 = 0$

- Dopravné prúdy I. stupňa :

Na križovatke majú vždy prednosť, preto rozhodujúcu intenzitu u prúdov I. stupňa neposudzujeme.

- Dopravné prúdy II. stupňa :

$$q_{p7} = q_2 + q_3 = 122 + 12 = 134 \text{ [voz/h]}$$

$$q_{p6} = q_2 + 0,5 * q_3 = 122 + 12 * 0,5 = 128 \text{ [voz/h]}$$

- Dopravný prúd III. Stupňa :

$$q_{p4} = q_2 + 0,5 * q_3 + q_8 + q_7 = 122 + 0,5 * 12 + 145 + 57 = 330 \text{ [voz/h]}$$

6.4 Kritický časový odstup

V nadriadených dopravných prúdoch je minimálny časový odstup medzi dvoma vozidlami potrebný pre samostatné vozidlo z podradeného dopravného prúdu na vykonanie zaradenia alebo križovania pri daných vonkajších podmienkach.

Kritický časový odstup závisí na polohe križovatky. Úrovňová styková križovatka sa môže nachádzať: - v obci

- mimo obce

Jestvujúca križovatka sa nachádza v obci a preto hodnoty vyberané z tabuľky 8, ktoré sú z *TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4].

Tabuľka 8 – Kritický časový odstup

Vedľajší prúd	Číslo	Kritický časový odstup t_g [s]				v obci
		mimo obce				
		mimo aglomerácie		vnútri aglomerácie		
		s úpravou na odbočovanie vpravo	bez úpravy na odbočovanie vpravo	s úpravou na odbočovanie vpravo	bez úpravy na odbočovanie vpravo	
Odbočenie vľavo z hlavnej cesty	1	6,4	5,9	6	5,5	5,5
	7					
Odbočenie vpravo z vedľajšej cesty	6	7,3		6,5		6,5
	12					
Priamy smer z vedľajšej cesty	5	7		6,5		6,5
	11					
Odbočenie vľavo z vedľajšej cesty	4	7,4		6,6		6,6
	10					
Priamy smer a odbočenie vľavo z vedľajšej cesty pri jednosmernej premávke	5	6,2		5,6		5,6
	11					
	4					
	10					

Hodnoty kritických časových odstupov :

- $t_{g7} = 5,5$ [s]
- $t_{g6} = 6,5$ [s]
- $t_{g4} = 6,6$ [s]

6.5 Priemerný následný časový odstup

Spôsob určenia priemerného nasledovného časového odstupe, ktorý je potrebný pre výpočet kapacity vedľajších dopravných prúdov je obdobný ako v predchádzajúcej podkapitole. Keďže sa úrovňová styková križovatka nachádza v obci, vyberané hodnoty z tabuľky 9, ktoré patria do *TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4].

Tabuľka 9 – Priemerný následný časový odstup

Vedľajší prúd	Číslo	Priemerný následný časový odstup t_f [s]				v obci
		mimo obce				
		s úpravou na odbočovanie vpravo		bez úpravy na odbočovanie vpravo		
		Značka P1	Značka P2	Značka P1	Značka P2	
Odbočenie vľavo z hlavnej cesty	1	2,9		2,6		2,6
	7					
Odbočenie vpravo z vedľajšej cesty	6	3,1	3,7	3,1	3,7	3,7
	12					
Priamy smer z vedľajšej cesty	5	3,5	4	3,5	4	4
	11					
Odbočenie vľavo z vedľajšej cesty	4	3,4	3,8	3,4	3,8	3,8
	10					
Priamy smer a odbočenie vľavo z vedľajšej cesty pri jednosmernej premávke	5	3,5	3,9	3,5	3,9	3,9
	11					
	4					
	10					

Hodnoty priemerného nasledovného časového odstu:

- $t_{f7} = 2,6$ [s]
- $t_{f6} = 3,7$ [s]
- $t_{f4} = 3,8$ [s]

6.6 Základná kapacita

Základná kapacita je maximálny počet vozidiel z podradeného prúdu, ktoré môžu prechádzať križovatkou počas časových medzier medzi vozidlami v nadradených dopravných prúdoch.

Kapacita voľne sa pohybujúcich vozidiel sa rovná kapacite I. stupňa dopravných prúdov. Prideluje sa všeobecne hodnota 1800 j.voz/h. Základnej kapacite sa rovná kapacita II. stupňa dopravného prúdu. V prípade riešenej križovatky sa počíta základná kapacita pre II. a III. Stupeň dopravného prúdu.

Vychádzame zo vzťahu pre určenie základnej kapacity:

$$G_i = \frac{3600}{t_f} * e^{-\frac{qp}{3600} * (tg - \frac{t_f}{2})} \quad (1)$$

kde:

G_i	základná kapacita jazdného pruhu i-tého prúdu [j.voz/h],
q_p	rozhodujúce zaťaženie hlavného prúdu [voz/h],
t_g	kritický časový odstup [s],
t_f	priemerný nasledovný časový odstup [s].

Vypočítané hodnoty základných kapacít jednotlivých dopravných prúdov:

$$G_2 = 1800 \text{ j.v./h}$$

$$G_3 = 1800 \text{ j.v./h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{3,8} * e^{-\frac{330}{3600} * (6,6 - \frac{3,8}{2})} = 615,76 = 616 \text{ j.v./h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,7} * e^{-\frac{128}{3600} * (6,5 - \frac{3,7}{2})} = 824,70 = 825 \text{ j.v./h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} * e^{-\frac{122}{3600} * (5,5 - \frac{2,6}{2})} = 1200,92 = 1201 \text{ j.v./h}$$

$$G_8 = 1800 \text{ j.v./h}$$

6.7 Kapacita

Kapacita I. stupňa dopravných prúdov sa všeobecne udáva 1800 j.voz/h, pretože sa rovná kapacite voľno pohybujúcich sa vozidiel a majú vždy prednosť.

Kapacita II. stupňa dopravných prúdov C_i sa rovná základovej kapacite G_i , daná vzťahom :

$$C_i = G_i \quad (2)$$

kde:

i	dopravné prúdy 1, 7, 6, 12 [-],
C_i	kapacita dopravných prúdov II. stupňa [j.v./h],
G_i	základná kapacita dopravného prúdu i [j.v./h].

Kapacita III. a IV. stupňa pri podradených prúdoch sa musí zvážiť, nakoľko vozidlá môžu odísť len vtedy, keď v nadradených dopravných prúdoch, ktoré majú

prednosť v jazde sa nenachádza zápcha. Musí sa vypočítať pravdepodobnosť stavu bez zápchy $p_{0,i}$ podľa vzťahu:

$$p_{0,i} = \max \begin{cases} 1 - g_i = 1 - \frac{q_i}{c_i} \\ 0 \end{cases} \quad (3)$$

kde:

i dopravný prúd 7 [-],

g_i stupeň saturácie pre vedľajší prúd i ; $g_i = \frac{q_i}{c_i}$ [-],

C_i kapacita dopravného prúdu i , vypočítaná podľa vzťahu (2) pri dopravných prúdoch II. stupňa [j.v./h].

V jestvujúcej riešenej križovatke sa vypočíta pravdepodobnosť stavu bez zápchy nadradeného prúdu č. 7:

$$p_{0,7} = \max \begin{cases} 1 - g_7 = 1 - \frac{q_7}{c_7} \\ 0 \end{cases} = \begin{cases} 1 - \frac{57}{1201} \\ 0 \end{cases} = 0,95$$

Na zistenie kapacity C_4 dopravného prúdu III. stupňa, t.j. prúdu odbočujúceho vľavo u vedľajšej komunikácie (dopravný prúd 4) sa na stykovej križovatke prenášobí základná kapacita hodnotou pravdepodobnosti, že sa nevytvorí kolóna v nadriadenom prúde II. stupňa na odbočovanie vľavo (dopravný prúd 7) $p_{0,7}$ podľa vzťahu:

$$C_4 = p_{0,7} * G_4 \quad (4)$$

kde:

C_4 kapacita jazdného pruhu prúdu 4 [j.v./h],

$p_{0,7}$ pravdepodobnosť, že sa nevytvorí kolóna v nadriadenom dopravnom prúde [-],

G_4 základná kapacita dopravného pruhu pre prúd 4 [j.v./h].

Vypočítané hodnoty jednotlivých dopravných prúdov:

- $C_2 = G_2 = 1800 \text{ j.v./h}$
- $C_3 = G_3 = 1800 \text{ j.v./h}$
- $C_4 = G_4 = p_{0,7} * G_4 = 0,95 * 616 = 585,2 = 585 \text{ j.v./h}$
- $C_6 = G_6 = 825 \text{ j.v./h}$
- $C_7 = G_7 = 1201 \text{ j.v./h}$
- $C_8 = G_8 = 1800 \text{ j.v./h}$

6.8 Rezerva kapacity

Rezerva kapacity je rozdiel medzi kapacitou a existujúcou intenzitou dopravy. Slúži ako dôležitý ukazovateľ strednej doby zdržania, resp. úrovne kvality dopravy.

Stanovuje sa dvoma metódami. Výsledkom jednej z metód je vyjadrenie rezervy kapacity v jednotkách [j.v./hod] a v druhej metóde je rezerva vyjadrená v percentách.

Rezerva kapacity sa stanovuje podľa vzťahu:

$$R_i = C_i - q_i \quad (5)$$

kde:

- i dopravné prúdy 1, 7, 6, 12, 5, 11, 4, 10 [-],
- R_i rezerva kapacity dopravného prúdu i [j.v./h],
- q_i intenzita dopravy dopravného prúdu i [j.v./h],
- C_i kapacita dopravného prúdu i [j.v./h].

Pre vyjadrenie rezervy kapacity v percentách použijeme vzťah:

$$R_i = \left(1 - \frac{q_i}{C_i} \right) * 100 \quad (6)$$

kde:

- R_i rezerva kapacity dopravného prúdu i [%],
- q_i intenzita dopravy dopravného prúdu i [j.v./h],
- C_i kapacita dopravného prúdu i [j.v./h].

Výsledné hodnoty rezervy kapacity pre jednotlivé dopravné prúdy:

Rezerva kapacity v jednotkách [j.v./h]

- $R_2 = C_2 - q_2 = 1800 - 122 = 1678 \text{ j.v./h}$
- $R_3 = C_3 - q_3 = 1800 - 12 = 1788 \text{ j.v./h}$
- $R_8 = C_8 - q_8 = 1800 - 145 = 1655 \text{ j.v./h}$
- $R_6 = C_6 - q_6 = 825 - 45 = 780 \text{ j.v./h}$
- $R_7 = C_7 - q_7 = 1201 - 57 = 1144 \text{ j.v./h}$
- $R_4 = C_4 - q_4 = 585 - 11 = 574 \text{ j.v./h}$

Rezerva kapacity v %

- $R_2 = \left(1 - \frac{q_2}{C_2}\right) * 100 = \left(1 - \frac{122}{1800}\right) * 100 = \underline{93,22 \%}$
- $R_3 = \left(1 - \frac{q_3}{C_3}\right) * 100 = \left(1 - \frac{12}{1800}\right) * 100 = \underline{99,33 \%}$
- $R_8 = \left(1 - \frac{q_8}{C_8}\right) * 100 = \left(1 - \frac{145}{1800}\right) * 100 = \underline{91,94 \%}$
- $R_6 = \left(1 - \frac{q_6}{C_6}\right) * 100 = \left(1 - \frac{45}{825}\right) * 100 = \underline{94,55 \%}$
- $R_7 = \left(1 - \frac{q_7}{C_7}\right) * 100 = \left(1 - \frac{57}{1201}\right) * 100 = \underline{95,25 \%}$
- $R_4 = \left(1 - \frac{q_4}{C_4}\right) * 100 = \left(1 - \frac{11}{585}\right) * 100 = \underline{98,12 \%}$

Čím je vyššia hodnota R_i , tým je kvalita priebehu dopravy lepšia. Z výpočtu je zistené, že daná križovatka je veľmi dobre riešená, čo sa týka kapacity, pretože výpočet v percentuálnom vyjadrení nepresahuje pod 90%.

6.9 Priemerný čas čakania

Vyjadrenie priemerným časom čakania w_i vozidiel vedľajšieho prúdu existuje vzťah:

$$w_i = f(C_i, R_i) \quad (7)$$

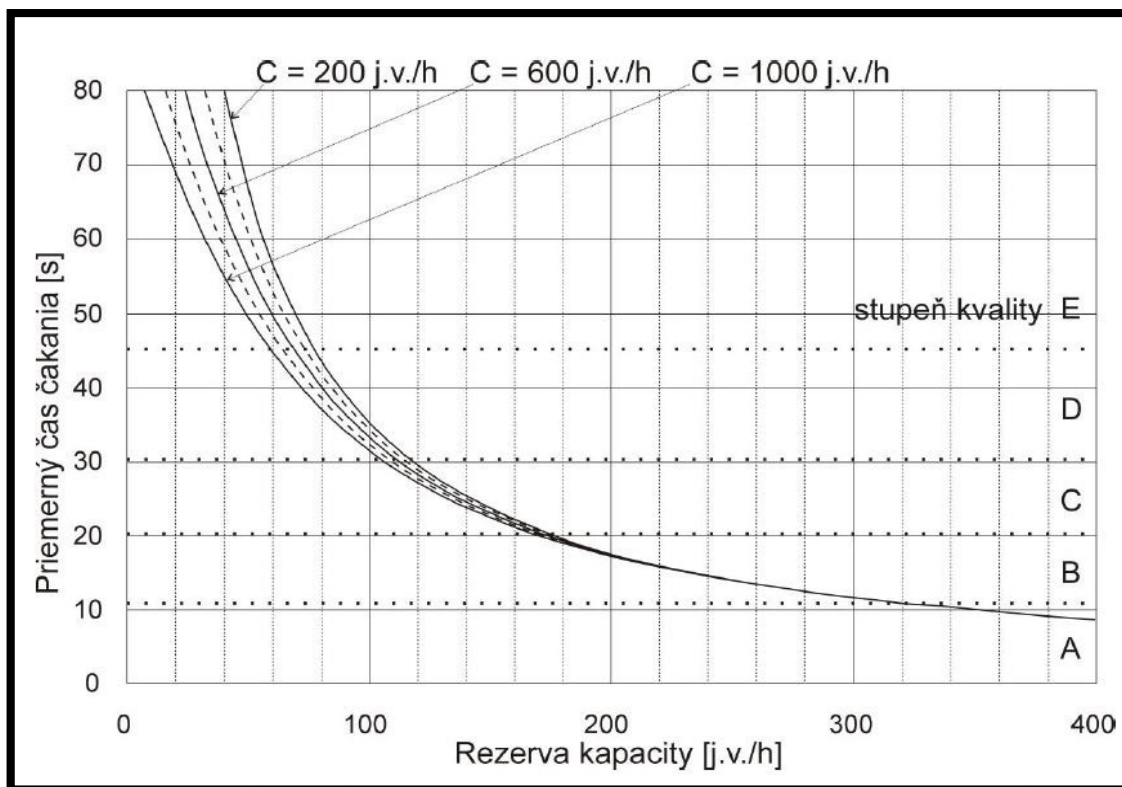
kde:

i dopravné prúdy 1, 7, 6, 12, 5, 11, 4, 10 [-],

R_i rezerva kapacity dopravného prúdu i [j.v./h],

C_i kapacita dopravného prúdu i [j.v./h].

Nasledovne podľa obrázku 15 podľa *TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4] boli určené hodnoty priemerného času čakania. Závislý je na kapacite dopravného prúdu a rezerve kapacity dopravného prúdu.



Obrázok 15 – Priemerný čas čakania

Keďže, na riešenej stykovej križovatke je najnižšia rezerva o hodnote 574 j.v./h, je priemerný čas čakania w_i u všetkých dopravných prúdov menej než 5 sekúnd a stupeň kvality dopravy A.

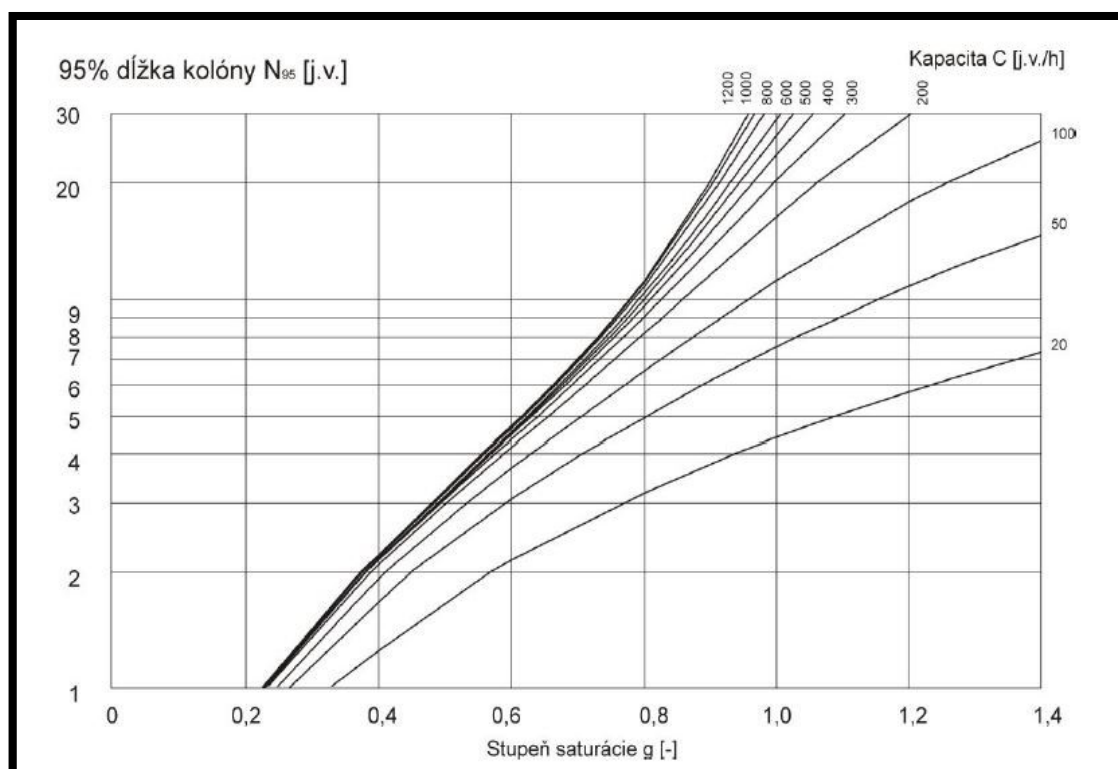
Výsledné hodnoty priemerného času čakania a priradený stupeň kvality dopravy dopravných prúdov:

- $w_2 = A < 5s$
- $w_3 = A < 5s$
- $w_8 = A < 5s$
- $w_6 = A < 5s$
- $w_7 = A < 5s$
- $w_4 = A < 5s$

6.10 Posúdenie dĺžky kolóny

Na križovatke, ktorej doprava nie je riadená SSZ pri posudzovaní, môže byť základným kritériom vznik kolón v podradených dopravných prúdoch. Nastane to vtedy, keď v pruhu na odbočovanie je obmedzený priestor. Dĺžka pruhu sa má navrhovať na 95 % dĺžky kolóny. N_{95} znamená, že v 95 % času meraného intervalu je kolóna kratšia ako N_{95} [j.v.] v zostávajúcich 5% času plocha na zastavenie nepostačuje. Overenie musí nastať hlavne v pruhu na odbočovanie vľavo z hlavnej cesty, pretože tu vznikajú preťaženia a tie vedú k obmedzeniu vozidiel pohybujúcich sa priamo, ktoré majú prednosť v jazde.

Stanovenie dĺžky kolóny sa vychádza pomocou grafu podľa *TP 102 – Výpočet kapacít pozemných komunikácií* [4], kde vstupnými údajmi sú hodnoty stupňa nasýtenosti g_i a kapacita C_i v [j.v/h]. Dĺžka kolóny je uvedená v počte jednotlivých vozidiel. Dĺžka jedného vozidla sa počíta cca 6 m. Dĺžka kolóny podľa obrázku 16 platí pre vedľajší prúd s povinnosťou čakania v čase dopravnej špičky.



Obrázok 16 – Dĺžka kolóny N_{95}

Stupeň saturácie je daný vzťahom:

$$g_i = \frac{q_i}{C_i} \quad (8)$$

kde: g_i stupeň saturácie [-],

q_i intenzita dopravného prúdu i [j.v./h],

C_i kapacita jazdného pruhu i -tého prúdu [j.v./h].

Výsledné hodnoty posúdenia dĺžky kolón:

- $g_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{122}{1800} = 0,07$ $N_{95\%} = 0 \text{ m}$
- $g_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{12}{1800} = 0,007$ $N_{95\%} = 0 \text{ m}$
- $g_8 = \frac{q_8}{C_8} = \frac{145}{1800} = 0,08$ $N_{95\%} = 0 \text{ m}$
- $g_6 = \frac{q_6}{C_6} = \frac{45}{825} = 0,005$ $N_{95\%} = 0 \text{ m}$
- $g_7 = \frac{q_7}{C_7} = \frac{57}{1201} = 0,05$ $N_{95\%} = 0 \text{ m}$
- $g_4 = \frac{q_4}{C_4} = \frac{11}{585} = 0,02$ $N_{95\%} = 0 \text{ m}$

Žiaden z výsledkov neprekročil hodnotu 0,2 a tým je dokázané, že na riešenej stykovej križovatke je dĺžka kolón nulová.

Súčasný stavebný usporiadanie pre rok 2016 a výsledky kapacitného výpočtu úrovňovej stykovej križovatky sú uvedené v tabuľke 10.

Tabuľka 10 – Výsledok kapacitného výpočtu úrovňovej stykovej križovatky

D.P.	I [voz/h]	I [j.v./h]	t_g [s]	t_f [s]	G_i [j.v./h]	C_i [j.v./h]	R_i [j.v./h]	R_i [%]	Stupeň kvality
2	122	165,5	-	-	1800	1800	1678	93,22	A
3	12	14	-	-	1800	1800	1788	99,33	A
4	11	11,5	6,6	3,8	616	616	574	98,12	A
6	45	50	6,5	3,7	825	825	780	94,55	A
7	57	61,5	5,5	2,6	1201	1201	1144	95,25	A
8	145	210,5	-	-	1800	1800	1655	91,94	A
Σ	392	513	-	-	-	-	-	-	-

Kapacitný výpočet na úrovňovej stykovej križovatke dosahuje veľmi dobrých výsledkov. Výpočtami bolo zistené, že úroveň kvality dopravy je na všetkých dopravných prúdov A a rezerva sa pohybuje v rozpätí od 91,91% do 99,33%.

7 Prognózovanie výhľadových intenzít

Prognózu výhľadových intenzít dopravy je nutné vykonať na neriadenej stykovej križovatke. Výhľadový rok bol vybraný r.2040, takže dĺžka obdobia po vykonaní dopravného prieskumu bude 23 rokov. Pri výpočte bolo postupované podľa technických podmienok *TP 070 – Prognózovanie výhľadových intenzít na cestnej sieti do roku 2040* [5]. Pomocou metódy jednotného súčiniteľa vzrastu bolo vykonaná prognóza intenzít automobilovej dopravy. Vychádza z predpokladu rovnakého vzrastu intenzít dopravy na komunikáciách rovnakého typu. Z nasledujúcej tabuľky boli vybrané koeficienty rastu VÚC ZA, kde patrí daná styková križovatka.

Tabuľka 11 – Koeficienty rastu VÚC ZA

Cesta	Rok	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
D1	Ľahké voz.	1,00	1,26	1,51	1,76	2,00	2,24	2,48
	Ťažké voz.	1,00	1,20	1,39	1,59	1,77	1,96	2,14
D3	Ľahké voz.	1,00	1,22	1,45	1,67	1,89	2,10	2,31
	Ťažké voz.	1,00	1,18	1,35	1,52	1,68	1,85	2,01
I. tr.	Ľahké voz.	1,00	1,12	1,22	1,33	1,42	1,52	1,62
	Ťažké voz.	1,00	1,07	1,15	1,21	1,28	1,33	1,38
II. tr.	Ľahké voz.	1,00	1,10	1,20	1,29	1,38	1,46	1,54
	Ťažké voz.	1,00	1,07	1,12	1,18	1,23	1,29	1,34
III. tr.	Ľahké voz.	1,00	1,09	1,18	1,27	1,35	1,44	1,52
	Ťažké voz.	1,00	1,06	1,11	1,17	1,21	1,26	1,31

Pre výhľadový rok 2040 - koeficienty pre I. triedu

- ľahké vozidlá 1,62
- ťažké vozidlá 1,38

- koeficienty pre II. triedu

- ľahké vozidlá 1,54
- ťažké vozidlá 1,34

Dopravný prúd 2

- Ľahké vozidlá – $75 * 1,62 = 121,50$
- Ťažké vozidlá – $47 * 1,38 = 64,86$

Celkom 186 j.v./h

Dopravný prúd 3

- Ľahké vozidlá – $8 * 1,54 = 12,32$
- Ťažké vozidlá – $4 * 1,34 = 5,36$

Celkom 18 j.v./h

Dopravný prúd 8

- Ľahké vozidlá – $84 * 1,62 = 136,08$
- Ťažké vozidlá – $61 * 1,38 = 84,18$

Celkom 220 j.v./h.

Dopravný prúd 6

- Ľahké vozidlá – $37 * 1,54 = 56,98$
- Ťažké vozidlá – $8 * 1,34 = 10,72$

Celkom 127 j.v./h.

Dopravný prúd 7

- Ľahké vozidlá – $52 * 1,54 = 80,08$
- Ťažké vozidlá – $5 * 1,34 = 6,7$

Celkom 87 j.v./h.

Dopravný prúd 4

- Ľahké vozidlá – $10 * 1,54 = 15,40$
- Ťažké vozidlá – $1 * 1,34 = 1,34$

Celkom 17 j.v./h.

Stupeň nadradenosti

- 1.stupeň- dopravné prúdy 2,3,8
- 2. stupeň- dopravné prúdy 6,7
- 3. stupeň- dopravné prúdy 4

Podrobný postup výpočtu prognózovania výhľadových intenzít na cestnej sieti pre rok 2040 je uvedený v prílohe č. I. Výsledné hodnoty sú uvedené v tabuľke 12.

Tabuľka 12 – Výsledky výhľadových intenzít pre rok 2040

D.P.	I [j.v./h]	t_g [s]	t_f [s]	G_i [j.v./h]	C_i [j.v./h]	R_i [j.v./h]	R_i [%]	Stupeň kvality
2	186	-	-	1800	1800	1614	89,67	A
3	18	-	-	1800	1800	1782	99,00	A
4	17	6,6	3,8	492	453	436	87,78	A
6	127	6,5	3,7	748	748	680	90,91	A
7	87	5,5	2,6	1091	1091	1004	92,03	A
8	220	-	-	1800	1800	1585	96,25	A
Σ	392	-	-	-	-	-	-	-

7.1 Kapacitné posúdenie Varianty I. – Okružná križovatka pre rok 2040

Posúdenie kapacity okružnej križovatky bolo vykonané na výhľadové intenzity. Podrobný postup výpočtu je znázornený v prílohe č. 4.

Okružná križovatka vyhovela na výhľadový rok 2040 a preto sa nemusí posudzovať na predvolený rok.

Tabuľka 13 – Výsledky kapacitného posúdenia okružnej križovatky

D.P.	$q_{k(i)}$ [j.v./h]	t_g [s]	t_f [s]	G_i [j.v./h]	C_i [j.v./h]	R_i [j.v./h]	C_e [j.v./h]	$g_{e(i)}$
A	17	4,3	2,7	1315	1315	1042	1200	$0,289 < 0,9$
B	127	4,1	2,7	1207	1207	970	1200	$0,088 < 0,9$
C	87	4,2	2,7	1243	1243	1098	1272	$0,160 < 0,9$

8 Navrhované riešenie križovatky

V tejto kapitole sa venovalo prestavbe stávajúcej stykovej križovatky. Boli vypracované dve varianty na prestavbu stavajúceho stavu križovatky. Postup pri návrhu bol podľa *STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií* [6], *TP 007 Projektovanie okružných križovatiek na cestných a miestnych komunikáciách* [7] a *TP 048 Navrhovanie debarierizačných opatrení pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácia na pozemných komunikáciách* [8].

Nasledovne boli vykonané rozhľadové pomery. Z výpočtu výhľadovej intenzity pre rok 2040 bolo zistené, že intenzita dopravy zahŕňa veľmi nízke hodnoty.

Pri návrhu boli obidve varianty prestavby križovatky overené v simulačnom programe AutoTURN na prejazd príslušných vozidiel. Na hlavných ťahoch je križovatka navrhnutá na vlečné krivky nákladného vozidla a nákladného vozidla s prívesom.

Priechod pre chodcov

Stávajúci priechod pre chodcov bol zrušený. Navrhnutý bol nový, ktorý sa nachádza na vetve A vo vzdialenosti od OK 36m. Šírka priechodu je 4,00m a dĺžka je 7,00m.

Komunikácia pre chodcov

Pohyb chodcov je zaistený pomocou pásu pre chodcov vedený pozdĺž komunikácií. Navrhnuté sú dve komunikácie a to pozdĺž vetvy A do vetvy B a pozdĺž vetvy A do vetvy C. Komunikácia chodcov z vetvy A do vetvy B je pôvodný stav, kde na určitých miestach došlo k úpravám. Šírka pásu pre chodcov je 2,00m a od križovatky je oddelený zeleným pásom v rôznych vzdialenostiach, ktoré boli dostačujúco veľké, aby nemuselo byť navrhnuté zábradlie. Pás pre chodcov z vetvy A do vetvy C je novo navrhnutý. Šírka je 2,00m a zabezpečený zábradlím. Odvodnenie je zaistené priečnym 2% sklonom smerom do priestoru komunikácie.

Hmatové úpravy

Priechod pre chodcov bol opatrený signálnym (šírka 0,80m) a varovným pásom (šírka 0,40m). U všetkých priechodov bolo vykonané zníženie obrubníkov [8].

Samostatné výjazdy z rodinných zástavieb

Pri výjazdoch z obytných domov do križovatky cez pás pre chodcov boli zriadené varovné pásy šírky 0,40 m. Taktiež došlo k zníženiu obrubníkov pre pohodlnejšie vychádzanie vozidiel.[8]

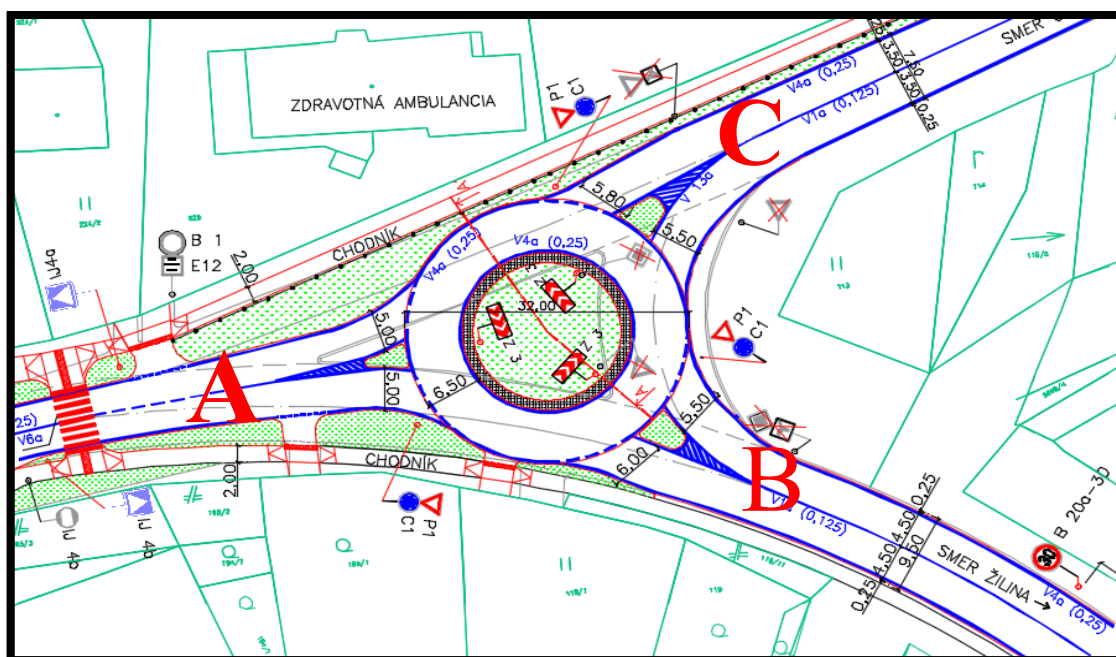
Výjazdy boli smerovo upravené, aby došlo ku kolmému napojeniu na okružnú križovatku. Majiteľ pozemku p.č. 118/1 má upravený výjazd kolmo na okružnú križovatku s jazdným pruhom o veľkosti 3,5 m.

Výjazd z pozemku p.č. 196/1 je vedený kolmo na vetvu okružnej križovatky, kde veľkosť jazdného pruhu je 3,50 m.

Výjazd zo zdravotníckeho strediska bol upravený znížením obrubníka a zriadením varovného pásu. Šírka výjazdového pruhu je 7,0 m, pretože týmto výjazdom má prístup aj k pozemku p.č. 224/2 k rodinnej zástavbe.

8.1 Varianta 1 – Okružná križovatka

Návrh na prestavbu stykovej križovatky na okružnú križovatku je stavebne veľmi náročný. Touto variantnou budú splnené požiadavky na úpravu stykovej križovatky, ktoré sa od rekonštrukcie danej križovatky očakávajú. K nej patrí zníženie rýchlosti ťažkej nákladnej dopravy a zvýšenie bezpečnosti v danej lokalite.



Obrázok 17- Varianta I.

Vonkajší priemer križovatky

V danej lokalite je zvýšený prejazd ťažkej nákladnej dopravy a na to sa muselo prihliadnuť pri jej návrhu, aby prejazd bol plynulý a bez akýchkoľvek problémov. Priemer križovatky je 32 m.

Jazdný pás na OK

Šírka vozovky na okružnej križovatke je 6,50 m, kde je započítaná aj šírka vodiaceho prúžku.

Stredový ostrovček a prstenec OK

Stredový ostrovček je kruhového tvaru, ktorý slúži na vymedzenie pohybu vozidiel po okruhu. Jeho šírka je daná podľa veľkosti OK a jazdného pruhu a t.j. 16,60 m. Plocha v stredovom ostrovčeku je zatrávnená a lemovaná zvýšeným obrubníkom o 125 mm. Nie je prispôsobený a navrhnutý k prejazdu vozidiel.

Prstenec je súčasťou stredového ostrovčeka. Je pravidelne nerovný, aby vyvolával pri prejazde vozidlom nežiadúce vibrácie na upozornenie vodiča, že sa už nachádza na okraji jazdného pásu. Vytvorený je žulovými kockami 12x12 mm a šírka prstenca je 1,2 m.

Vetva A

Táto vetva je do OK vedená kružnicovým oblúkom o polomere 200,00 m, ktorá je priamo vedená do OK. Nachádza sa tu jeden pruh pre výjazd a jeden pruh pre vjazd do OK. Medzi pruhy bol navrhnutý a vložený deliaci ostrovček s dopravným tieňom spolu o dĺžke 15m. Ostrovček je vyvýšený obrubníkom a jeho plocha je zatrávnená. Zaoblenie nárožia ostrovčekov je vykonané oblúkom o polomere $R = 0,5$ m. Dĺžka deliaceho ostrovčeka je 5 m a jeho šírka pri nároží je 3,50 m. Dopravný tieň je dĺžky 10 m. Pri vjazdovom pruhu bolo navrhnuté nárožie o polomere $R = 15,00$ m. Vjazdový pruh bol rozšírený z pôvodných 4,25 m na 5,00 m. Na vjazdovom pruhu bol navrhnutý polomer $R = 20,00$ m a výjazdový pruh bol rozšírený zo 4,25 m na 5,00 m.

Vetva B

Daná vetva B je vedená do OK kružnicovým oblúkom o polomere 154,50m. Z dôvodu nevhodného umiestnenia je vetva vedená do stredu s odsadením od stredu vo vzdialenosti 1,5m. Rozšírenie pôvodného vjazdového a výjazdového pruhu z 4,50m je na

5.50m. Medzi výjazdovým pruhom a vjazdovým pruhom je osadený vyvýšený deliaci ostrovček, šírka 4,50m s dopravným tieňom. Dĺžka ostrovčka a dopravného tieňa je 15m. Povrch smerového ostrovčka je zatrávnený a dlhý 4,50m. Nárožie ostrovčka je zaoblené polomerom $R = 0,5\text{m}$. Polomer pripojovacieho smerového oblúka v pravom okraji jazdného pásu vjazdovej vetvy na okružný jazdný pás je 15,00m. Pri výjazdovej vetve je pripojovací smerový oblúk o polomere 20,00m.

Vetva C

Rovnako ako vo vetve B je vetva C odsadená od stredu OK o 1,5m. Vjazdový pruh je rozšírený z pôvodných 3,75m na 6,00m a veľkosť pripojovacieho smerového oblúka na pravom okraji jazdného pruhu je 15,00m. Pripojovací smerový oblúk pri pravom okraji výjazdového pruhu je 15,00m a rozšírenie jazdného pruhu z 3,75m na 5,50m. Deliaci ostrovček výjazdového a vjazdového ramena je široký 4,30m je vyvýšený a plocha je zatrávnená. Spolu s dopravným tieňom tvoria dĺžku 15,00m. Nárožie je zaoblené polomerom $R = 0,5\text{m}$.

Vodorovné dopravné značenie

Návrh vodorovného dopravného značenia prebehol podľa *TP 012 Použitie zvislých a vodorovných dopravných značiek na pozemných komunikáciách* [9]. Podrobnejšie rozpracované vodorovné dopravné značenie je v tabuľke 14, kde je určené ich použitie a rozmery.

Tabuľka 14 – Vodorovné dopravné značenie Varianta I.

Značka	Názov	Užitie	Rozmer [m]
V1a	Pozdĺžna čiara súvislá	Oddelenie jazdných pruhov	0,125
V2b	Pozdĺžna čiara prerušovaná	Vyznačenie okraja jazdného pásu v smerovo hlavnej pozemnej komunikácie	1,5/1,5/0,25
V4	Vodiaca čiara	Okraj vozovky na smerovo rozdelenej pozemnej komunikácie	0,25
V4	Vodiaca čiara	Oddelenie zastávkového pruhu	0,5/0,5/0,25
V6a	Priechod pre chodcov	-	0,5/0,5
V13a	Šikmé rovnobežné čiary	-	0,5/1

Zvislé dopravné značenie

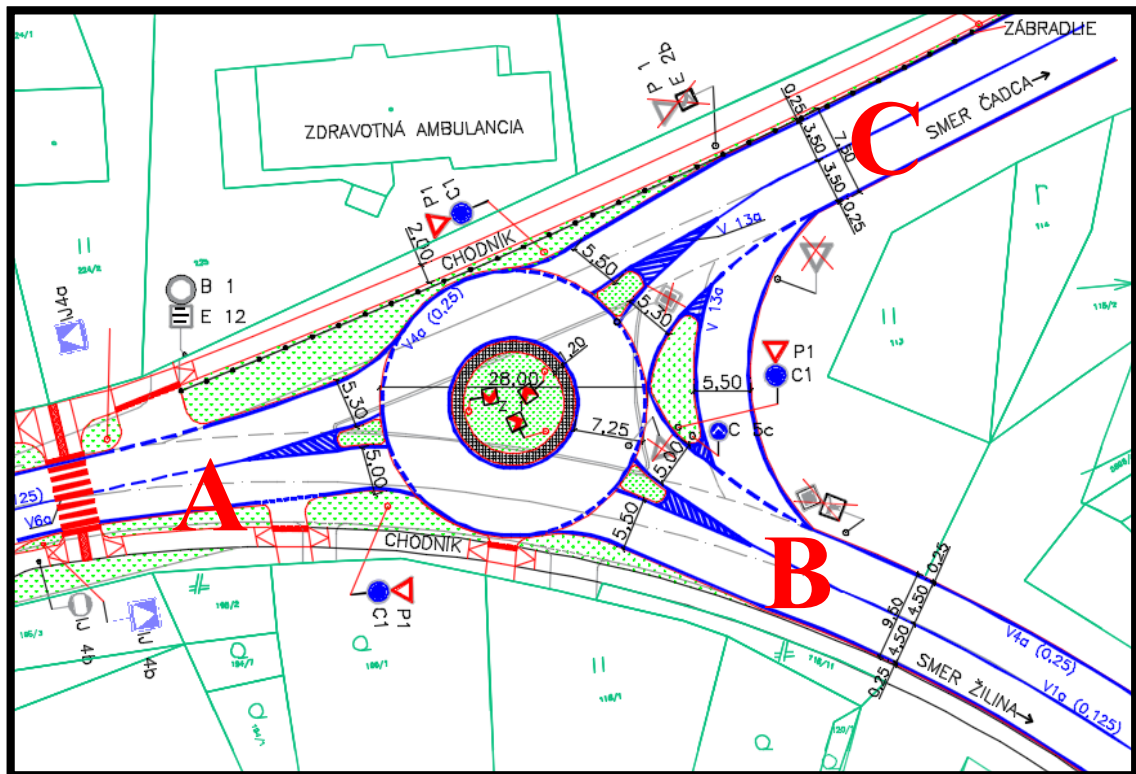
Zrušené

Na vetve A bola zrušená značka č. P 8 „Hlavná cesta“ s dodatkovou tabuľou č. E 2b udávajúcou geometrický tvar križovatky. Na vetve C a taktiež B boli zrušené značky č. P 8 „Hlavná cesta“ s dodatkovou tabuľou č. E 2b s určujúcim tvarom križovatky a značka P 1 „Daj prednosť v jazde“ s dodatkovou tabuľou E 2b. Na dopravnom ostrovčeku boli zrušené značky č. P 8 „Hlavná cesta“ a P 1 „Daj prednosť v jazde“.

Nové

Na nárožiach všetkých vetiev boli umiestnené značky P 1 „Daj prednosť v jazde“ s dodatkovou tabuľou C 1 „Kruhový objazd“. Vo vzdialenosti 50m od okružnej križovatky boli umiestnené na všetkých vetvách značky č. B 20a-30 „Najvyššia dovolená rýchlosť- 30km/h“. Na každej z vetiev vo vzdialenosti 100m od okružnej križovatky boli umiestnené návesti pred križovatkou č. IS 10 „Návesť pred križovatkou“, ktorá informuje o smere vyznačeným cieľom z najbližšej okružnej križovatky. Do stredového ostrovčka boli navrhnuté zvislé dopravné značky č. Z 3 „Vodiace tabule“, ktoré usmerňujú premávku v smere šípok [7].

8.2 Varianta II- Okružná križovatka so spojovacou vetvou (By-pass)



Obrázok 18 – Varianta II

Vonkajší priemer križovatky

Pri návrhu bol kladený dôraz na prejazd ťažkej nákladnej dopravy. Navrhnutý bol priemer križovatky 28 m, aby bol zabezpečený plynulý prejazd vozidiel.

Jazdný pás na OK

Šírka vozovky na okružnej križovatke je 7,25m, kde je započítaná aj šírka vodiaceho prúžku.

Stredový ostrovček a prstenec OK

Stredový ostrovček je kruhového tvaru, ktorý slúži na vymedzenie pohybu vozidiel po okruhu. Jeho šírka je daná podľa veľkosti OK a jazdného pruhu a t.j. 10,50m. Plocha v stredovom ostrovčeku je zatrávnená a lemovaná zvýšeným obrubníkom o 125mm. Nie je prispôbostený a navrhnutý k prejazdu vozidiel. Prstenec je súčasťou stredového ostrovčeka. Navrhuje sa ak polomer stredového ostrovčeka je $R > 10m$, čo

v tomto prípade zodpovedá. Vytvorený je žulovými kockami 12x12 mm a šírka prstenca je 1,2 m.

Vetva A

Obdobne ako pri návrhu varianty I. táto vetva je do OK vedená kružnicovým oblúkom o polomere 200,00m, ktorá je priamo vedená do OK. Nachádza sa tu jeden pruh pre výjazd a jeden pruh pre vjazd do OK. Medzi pruhy bol navrhnutý a vložený deliaci ostrovček s dopravným tieňom spolu o dĺžke 15m. Ostrovček je vyvýšený obrubníkom a jeho plocha je zatrávnená. Zaoblenie nárožia ostrovčekov je vykonané oblúkom o polomere $R = 0,5\text{m}$. Dĺžka eliaceho ostrovčeka je 4,20m a jeho šírka pri nároží je 3,05m. Pri vjazdovom aj výjazdovom pruhu bol pripojovací smerový oblúk na pravej strane navrhnutý $R = 15,00\text{m}$. Vjazdový pruh bol rozšírený z pôvodných 4,25m na 5,00m. Výjazdový pruh bol rozšírený z 4,25m na 5,50m.

Vetva B

Daná vetva B je vedená do OK kružnicovým oblúkom o polomere 154,50m. Rozšírenie pôvodného vjazdového a výjazdového pruhu z 4,50m je na 5m a výjazdového pruhu je rozšírenie z 4,50m na 5,00m. Medzi výjazdovým pruhom a vjazdovým pruhom je osadený vyvýšený smerový ostrovček šírky 3,30m s dopravným tieňom. Dĺžka ostrovčeka a dopravného tieňa je 15m. Povrch deliaceho ostrovčeka je zatrávnený. Nárožie ostrovčeka je zaoblené polomerom $R = 0,5\text{m}$. Polomer pripojovacieho smerového oblúka v pravom okraji jazdného pásu vjazdovej vetve na okružný jazdný pás je 14,50m. Pri výjazdovej vetve je pripojovací smerový oblúk o polomere 15,00m.

V danej vetve bola navrhnutá spojovacia vetva (bypass) o veľkosti 5,45m. Polomer pripojovacích smerových oblúkov na pravej strane pruhu je 20,00m a na ľavej strane 25,50m. Pripojovací pruh je od pásu oddelený na okružnej križovatke smerovým ostrovčekom. Smerový ostrovček je široký 5,10m a s dĺžkou 15,00m. Povrch ostrovčeka je zatrávnený. Polomer nárožia ostrovčeka bol zaoblený polomerom $R = 1,00\text{m}$. Navrhnutý je z dôvodu geometrie odbočenia, aby bol prejazd vozidiel plynulý a bezpečnejší.

Vetva C

Vetva C bola odsadená od stredu OK o 1,5m. Vjazdový pruh je rozšírený z pôvodných 3,75m na 5,50m a veľkosť pripojovacieho smerového oblúka na pravom

okraji jazdného pruhu je 15,00m. Pripojovací smerový oblúk pri pravom okraji výjazdového pruhu je 13,00m a rozšírenie jazdného pruhu z 3,75m na 5,50m. Deliacci ostrovček výjazdového a vjazdového ramena je široký 3,70m je vyvýšený a plocha je zatrávnená. Spolu s dopravným tieňom tvoria dĺžku 15,00m. Nárožie je zaoblené polomermi $R = 0,5m$.

Vodorovné dopravné značenie

Návrh vodorovného dopravného značenia prebehol podľa *TP 012 Použitie zvislých a vodorovných dopravných značiek na pozemných komunikáciach* [9]. Podrobnejšie rozpracované vodorovné dopravné značenie je v tabuľke 15, kde je určené ich použitie a rozmery.

Tabuľka 15 – Vodorovné dopravné značenie Variantu II.

Značka	Názov	Užitie	Rozmer [m]
V1a	Pozdĺžna čiara súvislá	Oddelenie jazdných pruhov	0,125
V2b	Pozdĺžna čiara prerušovaná	Vyznačenie okraja jazdného pásu v smerovo hlavnej pozemnej komunikácie	1,5/1,5/0,25
V4	Vodiaca čiara	Okraj vozovky na smerovo rozdelenej pozemnej komunikácie	0,25
V4	Vodiaca čiara	Oddelenie zastávkového pruhu	0,5/0,5/0,25
V6a	Priechod pre chodcov	-	0,5/0,5
V13a	Šikmé rovnobežné čiary	-	0,5/1

Zvislé dopravné značenie

Zrušené

Na vetve A bola zrušená značka č. P 8 „Hlavná cesta“ s dodatkovou tabuľou č. E 2b udávajúcou geometrický tvar križovatky. Na vetve C a taktiež B boli zrušené značky č. P 8 „Hlavná cesta“ s dodatkovou tabuľou E 2b s určujúcou tvar križovatky a značka P 1 „Daj prednosť v jazde“ s dodatkovou tabuľou E 2b. Na dopravnom ostrovčeku boli zrušené značky č. P 8 „Hlavná cesta“ a P1 „Daj prednosť v jazde“.

Nové

Na nárožniach všetkých vetvách boli umiestnené značky P 1 „Daj prednosť v jazde“ s dodatkovou tabuľou C 1 „Kruhový objazd“. Vo vzdialenosti 50m od okružnej križovatky boli umiestnené na všetkých vetvách značky č. B 20a-30 „Najvyššia dovolená rýchlosť- 30km/h“. Pri spojovacej vetve na ramene B bola vložená značka č. C 5c „Prikázaný smer obchádzania vpravo alebo vľavo“. Na každej z vetiev vo vzdialenosti 100m od okružnej križovatky boli umiestnené naveste pred križovatkou č. IS 10 „Návest' pred križovatkou“, ktorá informuje o smere vyznačeným cieľom z najbližšej okružnej križovatky. Do stredového ostrovčeka boli navrhnuté zvislé dopravné značky č. Z 1 „Vodiace tabule“, ktoré usmerňujú premávku v smere šípok [7].

9 Vyhodnotenie najlepšej varianty

Vykonané bolo multikriteriálne hodnotenie, aby bola vyhodnotená najlepšia varianta, ktorá určí najvhodnejšiu variantu k realizácii. Obidve navrhované varianty prestavby stávajúcej stykovej križovatky vyriešia technicko-stavebné deficity stavajúceho stavu. Pre každú variantu bola vytvorená tabuľka, kde boli podľa zvolených kritérií ohodnotené. Hodnotenú kritéria majú svoju váhu dôležitosti v rozsahu od 1-3, kde hodnota 3 je za najdôležitejšiu a naopak 1 za najmenej dôležitú. Nasledovne je každé kritérium obodované na stupnici od 1 do 10. Varianta, ktorá získa najvyšší počet bodov bude doporučená a podrobne rozpracovaná.

Tabuľka 16 – Multikriteriálne hodnotenie Varianta I.

Kritérium	Váha	Body	Hodnotenie	Súčet
Bezpečnosť	3	10	30	113
Stavebné náklady	2	6	12	
Estetika	2	8	16	
Upokojenie dopravy (prejazd TNK)	3	9	27	
Stavebná a technologická náročnosť	2	6	12	
Plynulosť dopravy	2	8	16	

Tabuľka 17 – Multikriteriálne hodnotenie Varianta II.

Kritérium	Váha	Body	Hodnotenie	Súčet
Bezpečnosť	3	7	21	99
Stavebné náklady	2	4	8	
Estetika	2	9	18	
Upokojenie dopravy (prejazd TNK)	3	8	24	
Stavebná a technologická náročnosť	2	5	10	
Plynulosť dopravy	2	9	18	

Z vykonaného multikriteriálneho hodnotenia bolo zistené, že Varianta I sa umiestnila na prvom mieste s počtom bodov 113 a na druhom mieste sa umiestnila Varianta II s počtom bodov 99. Varianta I sa stala vhodnou pre rekonštrukciu stykovej križovatky a preto v nasledujúcej kapitole bola podrobnejšie spracovaná.

9.1 Spracovanie doporučenej varianty

V multikriteriálnom hodnotení zvíťazila varianta I, a preto bola vybraná pre podrobnejšie spracovanie. Okrem výkresov, ktoré boli spracované pre obe varianty, bol navrhnutý priečny rez vedení stredom okružnej križovatky a materiálové riešenie križovatky. Nasledovne pre víťaznú variantu je navrhnutá skladba pre vozovku komunikácie a chodník. Obe skladby boli navrhnuté v súlade s *TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací* [10].

9.2 Návrh skladby vozovky

Vzhľadom na to, že cez danú križovatku je zvýšený prejazd TNK a pribúdajúcimi rokmi sa ich počet naďalej zvyšuje je navrhnutá skladba, ktorá spadá do skupiny III. triedy dopravného zaťaženia podľa katalógového listu D1-N-3-III-P11 :

Asfaltový betón strednozrný	ACO 11+	40 mm	ČSN EN 13108-1
Asfaltový betón hrubozrný	ACL 16+	60 mm	ČSN EN 13108-1
Obalované kamenivo	ACP 16+	90 mm	ČSN EN 13108-1
Štrkodrt'	ŠD	150 mm	ČSN 73 6126-1
<u>Mechanicky spevnená zemina</u>	<u>MZ</u>	<u>150 mm</u>	<u>ČSN 73 6126-1</u>
Konštrukcia vozovky celkom		490 mm	
Minimálny modul pretvárnosti na pláni		60 MPa	

9.3 Návrh skladby chodníka

Konštrukcia chodníka bola navrhnutá podľa katalógového listu D2-D-1-CH-P11:

Zámková dlažba	DL	60 mm
Ložná vrstva	L	30 mm

<u>Štrkodrt'</u>	<u>ŠD</u>	<u>150 mm</u>
Konštrukcia vozovky celkom		240 mm
Minimálny modul pretvárnosti na pláni		45 MPa

Orientačný odhad stavebných nákladov

1. Zemné a prípravné práce

Konštrukčná charakteristika	€/m ²	m ²	Celk. cena[€]
odstránenie povrchu vozovky	31	1528	32 088
odstránenie povrchu chodníkov	5	253	1 265
odstránenie betónových plôch	12	157	1 884
odstránenie starej zelene	0,7	284	199

2. Komunikácia

vozovka netuhá D1-N-3-III-PII	55	1226	67 430
chodník dláždený D2-D-1-CH-PII	34	327	11 118
dlažba zo žulových kociek	95	76	7 220

3. Vytvorenie novej zelene

založenie trávnatého priestoru	2	603	1 206
--------------------------------	---	-----	-------

4. Zvislé dopravné značenie

Konštrukčná charakteristika	€/ks	ks	Celk. cena [€]
P 1 „Daj prednosť v jazde“	55	3	165
C 1 „Kruhový objazd“	48	3	144
B 20a -30 „Najvyššia dovolená rýchlosť“	36	3	108
IS 10 „Návesť pred križovatkou“	123	3	369
Z 3 „Vodiace tabule“	74	3	222

Celkom bez rezervy	123 418 €
Rezerva – ďalšie nezahrnuté výdaje	18 513 €
Celkom	141 931 €

10 Záver

Cieľom bakalárskej práce bolo vypracovanie návrhu prestavby stykovej križovatky z dôvodu upokojenia dopravy a zvýšenie bezpečnosti v danej lokalite.

Z vykonaného kapacitného výpočtu vyplýva, že neriadená styková križovatka v stávajúcom stave vyhovuje z hľadiska požadovanej úrovne kvality dopravy. Nedostatky na križovatke vznikli rýchlym prejazdom ťažkej nákladnej dopravy, čo spôsobovalo zníženú bezpečnosť v obci. Pre odstránenie týchto nedostatkov ako najvhodnejšie vyplýva riešenie prestavby z pôvodnej stykovej križovatky na okružnú.

Vypracované boli dve varianty návrhu okružnej križovatky, ktoré vyriešili bezpečnostné a technicko-stavebné riešenie. Varianta I. bola navrhnutá ako malá okružná križovatka a Varianta II. ako malá okružná križovatka so spojovacou vetvou (bypassom). Vykonané bolo overenie prejazdnosti pomocou programu AutoTURN, ktorý slúži na vykresľovanie vlečných kriviek vozidiel.

Zamerané bolo na klady a zápory oboch navrhnutých variant. Obe varianty splňujú stavebno-technické a bezpečnostné riešenie pre zníženie rýchlosti ťažkej nákladnej dopravy a plynulého prejazdu. Multikriteriálnym hodnotením bola vybraná Varianta I ako vhodnejšia na prestavbu križovatky.

Pod'akovanie

Rada by som pod'akovala doc. Ing. Ivane Mahdalovej, Ph.D. za jej drahocenný čas, ktorý mi venovala a za rady, ktoré mi pomohli pri vypracovaní bakalárskej práci.

Zoznam použitej literatúry

- [1] *Makov* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z:
https://makov.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=1993&Itemid=372
- [2] *Mapy.atlas.sk* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z:
<http://mapy.atlas.sk/mapa/bytca>
- [3] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z:
<https://mapy.cz/zakladni?x=18.5620840&y=49.3792978&z=12&source=muni&id=23620&q=mako>
- [4] *TP 102: Výpočet kapacít pozemných komunikácií*. Žilina, 2015.
- [5] *TP 070: Prognózovanie výhľadových intenzít na cestnej sieti do roku 2040*. Žilina, 2013.
- [6] *STN 73 6110: Projektovanie miestnych komunikácií*. 2004.
- [7] *TP 007: Projektovanie okružných križovatiek na cestných a miestnych komunikáciách*. 2004.
- [8] *TP 048: Navrhovanie debarierizačných opatrení pre osoby s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácia na pozemných komunikáciách*. 2011.
- [9] *TP 012: Použitie zvislých a vodorovných dopravných značiek na pozemných komunikáciách*. 2005.
- [10] *TP 170: Navrhování vozovek pozemních komunikací*. 2006.

Zoznam použitých vzorcov

- (1) $G_i = \frac{3600}{tf} * e^{-\frac{qp}{3600} * (tg - \frac{tf}{2})}$
- (2) $C_i = G_i$
- (3) $p_{0,i} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - gi = 1 - \frac{qi}{ci} \\ 0 \end{matrix} \right\}$
- (4) $C_4 = p_{0,7} * G_4$
- (5) $R_i = C_i - q_i$
- (6) $Ri = (1 - \frac{qi}{ci}) * 100$
- (7) $w_i = f(C_i, R_i)$
- (8) $gi = \frac{qi}{ci}$

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 - Poloha záujmovej časti [2].....	11
Obrázok 2 – Širšie dopravné vzťahy [3].....	12
Obrázok 3 – Nutné vytvorenie chodníka pre chodcov	13
Obrázok 4 – Vodorovné dopravné značenie smer z Českej republiky	14
Obrázok 5 – Vodorovné dopravné značenie smer z Čadce	15
Obrázok 6 – Priechod pre chodcov	15
Obrázok 7 – Príklad osadenia ZDZ	16
Obrázok 8 – Zobrazenie miesta dopravnej nehody	17
Obrázok 9 – Zastavovanie osobných vozidiel v mieste križovatky.....	17
Obrázok 10 - Odstavené vozidla v mieste nevyhradenom pre parkovanie.....	17
Obrázok 11 – Vetve stykovej križovatky	19
Obrázok 12 – Kolízne miesto v smere zo Žiliny do Čadce	23
Obrázok 13 – Kolízne miesto v smere z Čadce do Žiliny	24
Obrázok 14 – Vetve stykovej križovatky a priradenie dopravných prúdov	24
Obrázok 15 – Priemerný čas čakania.....	33
Obrázok 16 – Dĺžka kolóny N ₉₅	34
Obrázok 17- Varianta I.	41
Obrázok 18 – Varianta II	45

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 – Informácie o dopravnej nehode.....	16
Tabuľka 2 – Sčítanie dopravy.....	19
Tabuľka 3 – Špičková hodina	20
Tabuľka 4 – Skladba dopravných prúdov	21
Tabuľka 5 – Prepočtové koeficienty	21
Tabuľka 6 – Podradenosti dopravných prúdov	25
Tabuľka 7 – Rozhodujúca intenzita	26
Tabuľka 8 – Kritický časový odstup.....	27
Tabuľka 9 – Priemerný následný časový odstup	28
Tabuľka 10 – Výsledok kapacitného výpočtu úrovňovej stykovej križovatky	35
Tabuľka 11 – Koeficienty rastu VÚZ ZA.....	37
Tabuľka 12 – Výsledky výhľadových intenzít pre rok 2040	39
Tabuľka 13 – Výsledky kapacitného posúdenia okružnej križovatky	39
Tabuľka 14 – Vodorovné dopravné značenie Variantu I.	43
Tabuľka 15 – Vodorovné dopravné značenie Variantu II.....	47
Tabuľka 16 – Multikriteriálne hodnotenie Variantu I.....	49
Tabuľka 17 – Multikriteriálne hodnotenie Variantu II.	49

Zoznam príloh

Príloha č. 1 – Kapacita nariadenej úrovňovej stykovej križovatky – prognóza výhľadových intenzít na rok 2040

Príloha č. 2 – Kapacita neriadenej úrovňovej križovatky v časti , kde môže dôjsť k tvorbe kolón a jej prognóza výhľadových intenzít pre rok 2040 (kolízne miesto 1)

Príloha č. 3 – Kapacita neriadenej úrovňovej križovatky v časti , kde môže dôjsť k tvorbe kolón a jej prognóza výhľadových intenzít pre rok 2040 (kolízne miesto 2)

Príloha č. 4.- Kapacitné posúdenie varianty I. – okružná križovatka pre rok 2040

Príloha č. 5- Výkresová dokumentácia

1. Situácia širších vzťahov
2. Situácia pôvodného stavu
- 3.1 Varianta I. – Stavebné úpravy
- 3.2 Varianta I. – Dopravné značenie
- 3.3 Varianta I. – Rozhľadové trojuholníky
- 3.4 Varianta I. – Vlečné krivky
- 4.1 Varianta II. – Stavebné úpravy
- 4.2 Varianta II. – Dopravné značenie
- 4.3 Varianta II. – Rozhľadové trojuholníky
- 4.4 Varianta II. – Vlečné krivky
5. Varianta I. – Materiálové riešenie
6. Varianta I. – Vzorový priečny rez A-A'